

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LAS TÉCNICAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL EN ESPAÑA.

Oscar Farrerons Vidal

farrerons@ege.upc.edu

Departamento “Expressió Gràfica a l’Enginyeria” EGE.

Universitat Politècnica de Catalunya.

Programa de doctorado: “Ingeniería Multimedia”

Directores de tesis: Dr. Francisco Hernández Abad, Dr. Jordi Font Andreu.

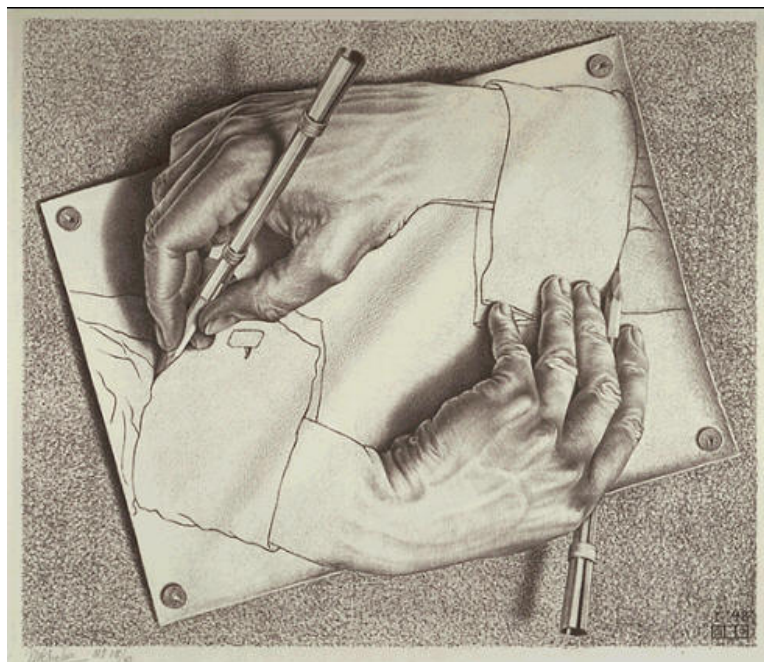
Departamento “Expressió Gràfica a l’Enginyeria” EGE.

Universitat Politècnica de Catalunya.

Tesis presentada para obtener el título de
Doctor por la Universitat Politècnica de Catalunya

Volumen 1 de 2

Barcelona, julio 2011.



Drawing Hands 1948, M. Cornelius Escher

AGRADECIMIENTOS

Es de justicia empezar con los agradecimientos a mi mujer, Rosa, sin el concurso de la cual hoy este trabajo hubiera sido imposible. Su infinita entereza, sus ánimos hacia mi labor, y su apoyo en cualquier momento, han sido para mi imprescindibles para acabar con éxito este trabajo. A ella, y a mis hijos Joan, Erola, Nina y Marçal está dedicada esta tesis. Gracias también a mis padres Joan y Mercè, y a mis suegros Joan Antoni y Montse, que siempre se han interesado y me han animado a continuar trabajando en la tesis, gracias por su apoyo continuado a lo largo de tantos años. Gracias especiales a M^a Rosa, que siempre fue la persona más insistente en mi trabajo doctoral, y sin el apremio que me impelía hubiera sido imposible que hoy entregara esta tesis. Lástima que no pueda estar en nuestro mundo para poder ver con sus propios ojos cómo fue de fructífero su estímulo.

Quiero manifestar mi sincero agradecimiento a los bibliotecarios y técnicos del campus de Terrassa, de Manresa, de Vilanova y de la ETSEIB por el aguante que han tenido conmigo para cada una de mis peticiones, y en especial a los de la EUETIB, Antoni Bejar, Carme Molina, Marina Casadevall, Jordi Bertran, Roser Alonso, Carolina Ayala y Carla Canongia por la ayuda inestimable para conseguir gran parte de los materiales bibliográficos usados en este trabajo, siempre incansables y prestos a mi ayuda. Me consta que les he dado muchos dolores de cabeza.

Gracias también a todos mis compañeros de sección, actuales o ya en otros desempeños profesionales, por su paciencia a la hora de escuchar mis explicaciones, y por la amabilidad por preguntarme por mi investigación toda vez que animarme a seguir con ella. Gracias a Miguel Brigos, Francesc Alpiste y Jordi Torner por haber tenido la suerte de poder colaborar con ellos en algunas ponencias y proyectos de investigación. Gracias a Andrés García, Enric Codina, y a Pedro-Victor Gabriel por sus respuestas siempre acertadas a cualquiera de mis preguntas. Gracias a Pablo Olmedo, Pep Ibañez, Sergio Gómez, Jordi Ivern, Josep Pardina, Francesc Tensa, José Moreno, José Luis Rodríguez, Miquel Delclos y José Valverde, por animarme a seguir con mi tesis en los momentos de desfallecimiento. Gracias a los profesores compañeros del CEIB, aun en la escuela o ya alguno en merecido retiro, Joan Antoni Ramírez, Bárbara Sureda, Pere Moreno, Pau Sola, Ramón Blesa, Carles Montserrat, Magi Galindo, por sus ánimos reiterados desde la ya lejana fecha de 1995 cuando empecé mi carrera docente.

Gracias a aquellos compañeros de departamento que, a pesar de coincidir en pocas ocasiones, siempre han tenido una palabra de ánimo para poder desarrollar este trabajo. Con los que coincidimos en los primeros cursos del doctorado allá por el inicio del 2000, José Luis Lapaz, Jordi Voltas, Manel López Membrilla. Y con los que me han prestado su más valiosa ayuda en momentos más próximos, Joan Sangrà, Dolores López Membrilla, Joan Antoni López, Ricardo Villar, Ignasi García Almirall, Xavier Codina, Francisco Bermúdez. Gracias al malogrado

Manel Ochoa, que siempre tuvo palabras de coraje para los que como yo estamos en el difícil camino de la finalización de la tesis.

También es de justicia agradecer la colaboración que siempre he tenido en los compañeros profesores de la EUETIB, prestos a prestarme aquel CD del congreso que no encontrábamos o alguna antigua programación de la Escuela. Gracias a todos, ahora alguno de ellos en el equipo directivo de la Escuela, gracias por su ayuda a Pablo Buenestado, José López López, Ricardo Torres, Juan Antonio Garcia-Alzórriz, Olga Alcaraz, Joan Domingo, Vega Pérez, Joan Martínez, Guillermo Velasco. Gracias al personal PAS del CTT, a María Teresa Pardo y Roser Torrecasana; al personal del área de servicios “Suport a la Docència” en general y en especial a Anna Xalabarder. Y gracias a todos los becarios del CSTIC, y más particularmente a los técnicos Katty Torla y Roberto Molina, por todas aquellas pequeñas dudas “tecnológicas” que siempre recibieron una esmerada respuesta a mis solicitudes.

Gracias a los compañeros del despacho que han comprendido con paciencia mi dedicación tan intensa a este trabajo de investigación, gracias a Miquel Martí, Nilo Lletjós, Montse Murillo, Montse Costa, Marc Montserrat, Adolfo Marín, Noe García, Melissa Alagna, Yesenia Conchucos, Jacobo Cotelo, Carol Blasco.

Y un inmenso agradecimiento a las tres personas que merced a su insistencia, imperturbabilidad y tesón he conseguido llegar hasta aquí. Gracias a Josep M^a Monguet, que insufló en mi la necesidad de llevar a cabo el doctorado. Gracias a sus cursos doctorales, agradables charlas donde uno podía aproximarse al futuro venidero con una claridad envidiable. Gracias a Francisco Hernández Abad, siempre paciente a mis solicitudes más variopintas, y a su ayuda en cualquier momento. Y sobre todo, un millón de gracias a Jordi Font, que supo animarme en los momentos más bajos, hacerme plantear las cuestiones que yo no hubiera sido capaz ni de vislumbrar, y que con su inmensa paciencia ha conseguido que el trabajo aquí presente pueda llegar a buen puerto.

Gracias a todos, a los que he nombrado y a los que los lapsus de la memoria me ha obligado a dejar anónimos, gracias a todos por vuestra inestimable ayuda.

PRESENTACIÓN	9
Presentación.....	11
Estructura del trabajo de investigación	12
INTRODUCCIÓN	20
Motivación	22
Objeto de la tesis	23
Metodología de trabajo	23
Universo de la investigación	25
Delimitación cronológica	26
Análisis de los planes de estudio	27
Hipótesis.....	28
PARTE I. ANTECEDENTES	29
La confluencia de medios.....	31
Parámetros en la evolución de la universidad española	43
La ingeniería industrial en España	55
Enseñanzas históricas de la Ingeniería Gráfica en España.	63
Estudio comparativo del área en Europa y USA.....	80
Estudio conceptual y semántico en relación a la Ingeniería Gráfica	93
Las TIC, evolución informática en el Área Gráfica	105
El aprendizaje virtual	117
PARTE II. DISCUSIÓN. INNOVACIÓN EDUCATIVA, DOCENCIA UNIVERSITARIA e INGENIERÍA GRÁFICA	130
INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS	132
VI C.U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Las Palmas 1998.	133
VII C.U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Huelva 1999.....	136
VIII C.U.I. Educativa Enseñanzas Técnicas. Donostia 2000.....	139
X C.U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Valencia 2002.....	146
XI Congreso U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.	150
XII Congreso U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Barcelona 2004.....	155
XIII Congreso U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Maspalomas 2005.....	160
XIV C. U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Gijón 2006.	163
XV Congreso U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Valladolid 2007.....	166

XVI C.U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Cádiz 2008.	171
XVII CU. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Valencia 2009.	175
XVIII CU. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Santander 2010.	180
DOCENCIA UNIVERSITARIA e INNOVACIÓN.....	185
I CI. Docencia Universitaria Innovación. Barcelona 2000.	186
II CI. Docencia Universitaria Innovación. Tarragona 2002.	188
III C.I. Docencia Universitaria Innovación. Girona 2004.	190
IV CI. Docencia Universitaria Innovación. Barcelona 2006.	192
V C.I. Docencia Universitaria Innovación. Lleida 2008.....	194
VI CI Docencia Universitaria Innovación. Barcelona 2010.	200
INGENIERÍA GRÁFICA.....	203
IX C. Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.	204
X C. Internacional Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.	207
XI C. Internacional Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.	211
XII C. Internacional Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.	216
XIII Congreso INGEGRAF. Badajoz 2001.	221
XIV C. Internacional Ingeniería Gráfica. Santander 2002.....	225
XIII ADM - XV INGEGRAF C. Internacional. Italia 2003.....	229
XVI C. Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.....	232
XVII C. Internacional INGEGRAF - ADM. Sevilla 2005.	235
XVIII C. Internacional Ingeniería Gráfica. Barcelona 2006.	237
XIX Congreso INGEGRAF. Perugia 2007.	240
20 C. Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.	243
C. Internacional XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.	249
IMProVe 2011. Venecia.....	253
PARTE III. ANÁLISIS Y SÍNTESIS TEÓRICA EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA	
APRENDIZAJE.....	254
APRENDIZAJE.....	256
Modelos de Aprendizaje	256
Aprendizaje Virtual	259
DOCENCIA.....	262
Docencia.....	262

Docencia semipresencial.....	265
Informatización de la docencia	266
Evaluación continuada.....	267
Planes de estudio.....	268
CONTENIDOS TEÓRICOS.....	271
Geometría Descriptiva	271
Normalización industrial	272
Multimedia.....	273
Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual (VRML).....	275
EL ORDENADOR EN LOS PROCESOS.....	277
Animación por ordenador.....	277
Enseñanza Asistida por Ordenador	277
EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS	279
Estudios sobre Competencias en Ingeniería	279
Discusión teórica sobre Competencias	281
Competencias transversales en Ingeniería Gráfica	283
PARTE IV. ANÁLISIS DEL ÁREA INGENIERÍA GRÁFICA EN LA UPC.....	284
Análisis del tipo de asignatura	286
La bibliografía recomendada.....	290
Criterio de evaluación.....	296
Participantes en la asignatura	297
Los Ejercicios.....	299
El proyecto	306
Grados en Ingeniería.....	309
CONCLUSIONES.....	316
Ámbito docente.....	318
Ámbito técnico	318
Ámbito de innovación educativa.....	319
Ámbito análisis EGE UPC.....	319
Hipótesis.....	320
Propuesta	322

BIBLIOGRAFIA.....	330
Bibliografía general.....	332
Bibliografía Congresos	338
Bibliografía Referenciada.....	349
Autores citados.....	351
ANEJOS.....	357
Anejo 1. Acrónimos.....	359
Anejo 2. Otras áreas de conocimiento en la ingeniería industrial española.....	368
Anejo 3. Tablas Antecedentes	387
Anejo 4. Expresión Gráfica versus Ingeniería Gráfica	395

ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Universo de la investigación.</i>	26
<i>Ilustración 2. Prospecciones de convergencia Voz-Datos.</i>	31
<i>Ilustración 3. Inversiones en TIC en OCDE.</i>	38
<i>Ilustración 4. Incremento de estudiantes universitarios 1981-1986</i>	48
<i>Ilustración 5. Universidad pública/privada</i>	56
<i>Ilustración 6. Presencialidad universitaria.</i>	56
<i>Ilustración 7. Universidad pública/privada (por nº estudiantes)</i>	56
<i>Ilustración 8. Presencialidad universitaria (por nº estudiantes)</i>	56
<i>Ilustración 9. Escuelas industriales por comunidades.</i>	61
<i>Ilustración 10. “Geometría Descriptiva y sus aplicaciones”. Taibo.</i>	63
<i>Ilustración 11. “Geometría Descriptiva aplicada al dibujo”. Crusat.</i>	64
<i>Ilustración 12. “Geometría Descriptiva”. Izquierdo Asensi.</i>	66
<i>Ilustración 13. “Normalización del Dibujo Industrial”. Rodríguez de Abajo.</i>	66
<i>Ilustración 14. El área Ingeniería Gráfica en los departamentos.</i>	68
<i>Ilustración 15. Categorías profesorado en IG.</i>	69
<i>Ilustración 16. Doctores en IG.</i>	69
<i>Ilustración 17. Categorías profesorado universitario.</i>	70
<i>Ilustración 18. Doctores universitarios.</i>	70
<i>Ilustración 19. Evolución categorías profesorado universitario.</i>	71
<i>Ilustración 20. Departamentos de Ingeniería Gráfica + Proyectos.</i>	71
<i>Ilustración 21. Tipo de asignatura en Ingeniería Gráfica.</i>	72
<i>Ilustración 22. Tipos de créditos en las asignaturas de IG.</i>	73
<i>Ilustración 23. Objetivos docentes en IG.</i>	76
<i>Ilustración 24. Autores más recomendados en bibliografía IG.</i>	78
<i>Ilustración 25. Universidades con más bibliografía IG.</i>	79
<i>Ilustración 26. Acceso a las TIC en la OCDE.</i>	80
<i>Ilustración 27. Tabla Universidades CLUSTER 2002-2011</i>	81
<i>Ilustración 28. Mapa fundadores CLUSTER (2002)</i>	82
<i>Ilustración 29. Ingeniería Concurrente (Bertoline)</i>	89
<i>Ilustración 30. Relación entre diseño y coste (Bertoline)</i>	90
<i>Ilustración 31. Leonardo Torres Quevedo</i>	108
<i>Ilustración 32. Aplicaciones multimedia.</i>	113
<i>Ilustración 33. Relación inversa costes/usuarios en internet</i>	115
<i>Ilustración 34. Inteligencia Artificial (Gómez).</i>	127
<i>Ilustración 35. Ingeniería del Conocimiento (Gómez).</i>	128
<i>Ilustración 36. CDITI</i>	132
<i>Ilustración 37. Métodos VRML (Martín Lorenzo).</i>	145
<i>Ilustración 38. Taxonomía de Bloom.</i>	163
<i>Ilustración 39. Definiciones de OA.</i>	176
<i>Ilustración 40. CIDUI</i>	185
<i>Ilustración 41. Ingeggraf. ADM.</i>	203
<i>Ilustración 42. Aprendizaje y motivación.</i>	256
<i>Ilustración 43. Aprendizaje Constructivismo.</i>	257
<i>Ilustración 44. Modelos de aprendizaje.</i>	258

<i>Ilustración 45. Entornos de Aprendizaje Virtual.</i>	259
<i>Ilustración 46. Aula Virtual.</i>	260
<i>Ilustración 47. Modelo docente clásico.</i>	263
<i>Ilustración 48. Nuevo paradigma docente.</i>	264
<i>Ilustración 49. Evolución docencia.</i>	265
<i>Ilustración 50. Ventajas docencia semipresencial.</i>	266
<i>Ilustración 51. Informatización docente.</i>	266
<i>Ilustración 52. Evaluación Continuada.</i>	268
<i>Ilustración 53. Planes de estudio.</i>	268
<i>Ilustración 54. Geometría descriptiva.</i>	271
<i>Ilustración 55. Normalización Industrial.</i>	272
<i>Ilustración 56. Pros y contras Tecnología Multimedia.</i>	274
<i>Ilustración 57. Métodos VRML.</i>	276
<i>Ilustración 58. Enseñanza Asistida por Ordenador.</i>	278
<i>Ilustración 59. Competencias en la empresa (Llorens, ACET)</i>	280
<i>Ilustración 60. Competencias IG (Ortega, Rojas, García-García)</i>	283
<i>Ilustración 61. Análisis tipo de asignatura.</i>	289
<i>Ilustración 62. Autores más citados. Bibliografía EGE-UPC.</i>	290
<i>Ilustración 63. Bibliografía recomendada EET, EPSEM.</i>	293
<i>Ilustración 64. Bibliografía recomendada EPSEVG, ESEIAT.</i>	294
<i>Ilustración 65. Bibliografía recomendada ETSEIB, EUETIB, EUOOT.</i>	295
<i>Ilustración 66. Criterio de evaluación. Participantes</i>	298
<i>Ilustración 67. Ejercicio tipo A, EUETIB (Blesa, Farrerons).</i>	299
<i>Ilustración 68. Ejercicio tipo A, ETSEIB (García Almirall).</i>	300
<i>Ilustración 69. Ejercicio tipo B, ETSEIB (García Almirall).</i>	301
<i>Ilustración 70. Ejercicio tipo B, EUETIB.</i>	302
<i>Ilustración 71. Ejercicio tipo C, ETSEIB (García Almirall).</i>	303
<i>Ilustración 72. Ejercicio tipo C, EUETIB (Brigos).</i>	304
<i>Ilustración 73. Ejercicio tipo D, ETSEIB.</i>	305
<i>Ilustración 74. Ejercicio tipo D, ETSEIB (García Almirall).</i>	305
<i>Ilustración 75. Conjunto explosionado, EUETIB (Farrerons).</i>	306
<i>Ilustración 76. Plano perspectiva conjunto, EUETIB (Farrerons).</i>	307
<i>Ilustración 77. Plano ensamblaje explosionado, EUETIB (Farrerons).</i>	307
<i>Ilustración 78. Conjunto explosionado, ETSEIAT, EPSEM (Romero).</i>	308
<i>Ilustración 79. Grados impartidos con docencia EGE UPC</i>	309
<i>Ilustración 80. Grados y 2^{os} ciclos en las escuelas de ingeniería (UPC)</i>	315
<i>Ilustración 81. Propuesta de créditos.</i>	322
<i>Ilustración 82. Ejemplo Objetivos autoestudio.</i>	323
<i>Ilustración 83. (2002) Escuelas, departamentos, asignaturas (I)</i>	388
<i>Ilustración 84. (2002) Escuelas, departamentos, asignaturas (II)</i>	389
<i>Ilustración 85. (2002) Bibliografía.</i>	390
<i>Ilustración 86. (2002) Objetivos declarados por escuelas.</i>	394

PRESENTACIÓN

Presentación

La presente investigación tiene por objeto estudiar las técnicas docentes de Ingeniería Gráfica en los estudios de ingeniería industrial en España, y analizar de forma empírica la planificación docente del área en la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC).

El trabajo está centrado en el estudio de las aportaciones teóricas llevadas a cabo por parte de diferentes autores y presentadas públicamente en congresos relevantes en nuestro ámbito de investigación, referentes a:

- Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas
- Docencia Universitaria e Innovación
- Ingeniería Gráfica

Se han repasado las aportaciones presentadas en los congresos CUIEET, CIDUI e INGEGRAF desde finales de los años 90, teniendo en cuenta los cambios más importantes producidos en el entorno universitario español, y su influencia en la docencia de la Ingeniería Gráfica:

- Aceleración en los cambios de los planes docentes desde los antiguos planes de estudio de 1964 y 1972.
- Nacimiento, muerte y modificación de asignaturas implementadas en el área de conocimiento de la ingeniería gráfica.
- Progresiva e imparable reducción de horas lectivas en las asignaturas del área gráfica.
- Incorporación del Dibujo Asistido por Ordenador (DAO) como herramienta fundamental en el cambio de la ingeniería gráfica partir de 1993. Y posterior expansión del CAD paramétrico a raíz de la migración de estaciones de trabajo tradicionales a ordenadores personales.
- Incorporación imparable de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las aulas universitarias en general, y en las de la Ingeniería Gráfica muy en particular.
- Nuevos formatos aularios: las aulas informáticas con acceso a internet.
- Nuevas metodologías docentes basadas en Aplicaciones Didácticas Interactivas (ADI)
- Implantación completa de los nuevos planes docentes basados en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)

Todos estos cambios han propiciado una revisión continua de objetivos, contenidos y métodos docentes, adaptado a las transformaciones en el marco de la enseñanza universitaria.

Estructura del trabajo de investigación

La investigación se ha estructurado en cuatro partes:

- Antecedentes
- Discusión sobre Innovación Educativa, Docencia Universitaria e Ingeniería Gráfica.
- Análisis y síntesis teórica en los procesos de Enseñanza Aprendizaje.
- Análisis del área de Ingeniería Gráfica en la UPC.

Y termina con unas Conclusiones y una Propuesta.

Previa al desarrollo de las partes existe una Introducción, donde se explica el objeto de la tesis, se presenta el marco teórico que centra la atención del estudio y su importancia. Se determina el universo de trabajo y su delimitación cronológica, se expone el análisis de los planes de estudios en la UPC, los límites de estudio, la metodología empleada para llevar a cabo la investigación, y las hipótesis.

Cada una de las partes está estructurada en capítulos.

Parte I: Antecedentes

Capítulo 1. La Confluencia de medios

En este primer capítulo se narra la transformación que se ha producido, que va más allá de la mera innovación tecnológica, se explica los cambios desatados en sistemas económicos, sociales y culturales, y el porqué nos encontramos dentro de un nuevo marco de relaciones. Se explica el marco social y económico y los escenarios de futuro.

Capítulo 2. Parámetros en la evolución de la universidad española.

Se presenta el origen de la universidad desde los tiempos clásicos con la *Academia Platónica*, se marcan los conceptos esenciales de las instituciones universitarias, el paso de las históricas universidades a los departamentos, el contexto español de masificación de los años 70 y 80, la Ley de Reforma Universitaria (LRU), la transferencia a la Comunidades Autónomas, la LOU, y el futuro europeo de la universidad española.

Capítulo 3. La ingeniería industrial en España.

Presentación del tipo de universidades existentes en España. Breve introducción al origen de las escuelas de ingeniería industrial, a los estudios “reglados” de ingeniería industrial, y revisión de las figuras del ingeniero, el técnico y el périto. Termina el capítulo con la presentación de las conclusiones de un exhaustivo trabajo de análisis de las escuelas de ingeniería industrial en España en el curso 01-02.

Capítulo 4. Las enseñanzas históricas de la Ingeniería Gráfica en España

En este capítulo se estructura en un breve repaso de libros clásicos para la docencia de la Ingeniería Gráfica, en una muestra de la reducción de las horas de estudio en los planes docentes y en la presentación detallada de la docencia de la Ingeniería Gráfica en España en 2002, donde se destacan la estructura departamental, el tipo de asignaturas, el programa, los planes de estudio, el objetivo docente y la bibliografía expuesta en dichos planes.

Capítulo 5. Estudio comparativo del área de Ingeniería Gráfica en España, Europa y USA

Estudio de cómo se comporta el desarrollo del área de Ingeniería Gráfica en Europa, a través de la red de universidades tecnológicas europeas CLUSTER, y en USA, mediante los conceptos de la Ingeniería Concurrente, los procesos de diseño y la nueva organización postindustrial de la universidad norteamericana.

Capítulo 6. Estudio conceptual y semántico en relación a la Ingeniería Gráfica

Definiciones conceptuales y semánticas. Introducción histórica a la comunicación gráfica. Algunas definiciones. Se expone como la evolución tecnológica de nuestra especie ha tenido un paralelismo relativamente directo con la comunicación gráfica del género humano.

Capítulo 7. Las TIC, evolución informática en el Área Gráfica

Se presenta una recapitulación de los principales hitos tecnológicos de los últimos 40 años relacionados con la comunicación visual y la ingeniería gráfica, desde las primeras máquinas automáticas hasta la eclosión de internet, pasando por la llamada primera generación de ordenadores, la mejora de los dispositivos de

representación del MIT, los primeros CAD del sistema SKETCHPAD, y las aportaciones fundamentales del PARC, de la Universidad de Utah y del New York Institute of Technology.

Capítulo 8. El aprendizaje virtual

El aprendizaje virtual es aquel que se desarrolla en la red, gracias a nuevas herramientas tecnológicas basadas en la información y la comunicación. Este capítulo responde a como la enseñanza basada en la utilización de las TIC supone un cambio de paradigma, al papel de los profesores para desarrollar todo el potencial de las TIC en la enseñanza, a los nuevos conceptos como Inteligencia Artificial, Sistemas Basados en Conocimiento, Ingeniería del Conocimiento, y su significado en el aprendizaje.

Parte II: Discusión. Innovación Educativa, Docencia Universitaria e Ingeniería Gráfica

Capítulo 1. Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

En el primer capítulo se destacan interesantes aportaciones teóricas aportadas en los CUIEET (Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas), donde se exponen experiencias innovadoras en el campo de la formación técnica universitaria, y debates relevantes en el ámbito de la innovación educativa en las enseñanzas técnicas, sobre todo relacionadas con: la mejora, calidad e innovación educativa, la docencia, investigación y sociedad, las nuevas tecnologías y formación, la influencia de los marcos legislativos en la acción docente, y los aspectos organizativos de la docencia

Capítulo 2. Docencia Universitaria e Innovación

En este capítulo se estudian las necesidades de la docencia universitaria a partir del año 2000, desde el desarrollo de habilidades acordes a las demandas económicas y productivas de la sociedad, hasta la introducción de cambios cualitativos en los procesos de aprendizaje, pasando por nuevos modelos de adquisición de conocimientos, y nuevas aplicaciones de la tecnología. Se estudian las aportaciones teóricas que plantean que la universidad debe seguir adaptándose y generar cambios significativos en su actividad docente. Se plantea la importancia de generación y transmisión de conocimientos, como la búsqueda y experimentación de nuevas propuestas formativas. Los objetivos genéricos declarados por los CIDUI son fomentar el intercambio de experiencias docentes; contribuir a la mejora de la actividad docente en las universidades; y favorecer la cooperación entre universidades en temas de calidad docente.

Los autores citados pertenecen al ámbito universitario, europeo y latinoamericano, sensibilizados o involucrados con la mejora de la calidad docente y su innovación.

Capítulo 3. Ingeniería Gráfica

En este capítulo se estudian las aportaciones teóricas presentadas en los congresos de la Asociación Española de Ingeniería Gráfica (INGEGRAF), que tiene por objeto la promoción del área de conocimiento de la Ingeniería Gráfica en la ingeniería industrial en general, y en particular en las universidades españolas. Se estudian las aportaciones que impulsan la investigación, la innovación, la transferencia de tecnología y la divulgación de la Ingeniería Gráfica. Los INGEGRAF son un foro de encuentro de experiencias de carácter científico y profesional en el ámbito de la Ingeniería Gráfica. Las áreas generales de interés de los congresos versan sobre: Simulación; Técnicas de representación; Herramientas de diseño; Realidad virtual; Docencia del diseño y el dibujo; Procesamiento digital de imagen; Modelado en el ámbito industrial; Diseño industrial; Ingeniería inversa; Técnicas de prototipado; Intercambio de datos; Historia de la tecnología; Tecnología gráfica; Artes gráficas; Topografía y Cartografía.

Parte III: Análisis y síntesis teórica en los procesos de Enseñanza Aprendizaje en Ingeniería Gráfica

Capítulo 1. Aprendizaje

En este primer capítulo se enmarca la discusión teórica sobre los procesos de aprendizaje, la motivación de los estudiantes, las herramientas de mejora del aprendizaje, la implicación con el EEES, los diferentes modelos de aprendizaje que se presentan. La discusión avanza hacia el aprendizaje virtual, desde una perspectiva de mejora del rendimiento, y se plantean las ventajas e inconvenientes de los entornos de aprendizaje virtual cerrados y abiertos. Se destacan las características de las aulas virtuales, la flexibilidad, la adaptación, el aprendizaje no lineal, la interactividad y el apoyo.

Capítulo 2. Docencia

Se presentan los diferentes modelos de docencia y las características principales de la docencia clásica. Se justifica las ventajas de la docencia semipresencial, pero también sus problemas intrínsecos. Discusión teórica sobre los cambios que han acarreado la informatización de la docencia, y sus ventajas. Se exponen las características de la evaluación continuada, y su intrínseca relación con

el modelo de docencia. Se menciona la evolución direccional de los planes de estudio con relación causa efecto en la docencia.

Capítulo 3. Contenidos teóricos

Discusión sobre los contenidos en Ingeniería Gráfica. Se presenta la geometría descriptiva como el contenido que más fuertemente ha recibido el impacto de la utilización del CAD en el área, y como es visto este impacto desde diferentes posicionamientos. La normalización industrial se considera uno de los objetivos inherente a cualquier asignatura de Ingeniería Gráfica. Se aprecia la unanimidad en destacar que el uso de sistemas multimedia constituye una buena herramienta de enseñanza, aunque diferencia entre autores en destacar el grado mejora que estos sistemas suponen. Se presenta el Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual como una tecnología que permite una mejora y complemento a la impartición de contenidos especialmente en el área de Ingeniería.

Capítulo 4. El ordenador en los procesos

Existe consenso en afirmar que la animación por ordenador facilita la los procesos de aprendizaje en la Ingeniería Gráfica, toda vez que mejora la calidad docente. Se califican las ventajas y los problemas de los sistemas de Enseñanza Asistida por Ordenador.

Capítulo 5. Evaluación por competencias

En este capítulo se expone la nueva propuesta basada en el EEES de evaluación por competencias, apartada del conocimiento por el conocimiento y que toma como pieza central del proceso al alumno. Se muestra que en las competencias, aunque los conocimientos siguen siendo imprescindibles, se tiene que tener en cuenta no sólo el aprendizaje de contenidos, sino también, las capacidades y destrezas que el alumnado trabajará paralelamente.

Parte IV: Análisis del área de Ingeniería Gráfica en la UPC

Se presentan los resultados de la investigación llevada a cabo en las secciones del departamento de “Expresión Gráfica en la Ingeniería” de la UPC, concerniente a los diferentes planes de estudios. Exposición del análisis del tipo de asignatura, de la bibliografía recomendada, del criterio de evaluación, de los elementos participantes en las asignaturas, y de los contenidos ofrecidos. Tablas de resultados agrupados.

Capítulo 1. Análisis del tipo de asignatura

Se analizan las características básicas del tipo de asignatura: nombre oficial de la asignatura, curso y/o cuatrimestre de impartición, tipo de asignatura, existencia de prerrequisitos o correquisitos para poder cursarla, duración total, créditos de cada asignatura y dedicación en horas por semana u horas totales.

Capítulo 2. La bibliografía recomendada.

Se ha reunido toda la bibliografía expuesta en las fichas de los planes de estudio del anejo "Programaciones Docentes". Se ha procedido agrupando la bibliografía por escuelas y, dentro de ellas, por planes de estudio, toda vez que se inscriben en dos columnas según sea ésta declarada básica o complementaria.

Capítulo 3. Criterio de evaluación. Participantes en la asignatura.

Se analiza el criterio de evaluación, organizado por escuelas y por planes de estudio. Se destaca la existencia de 5 herramientas de evaluación: examen final, controles parciales, ejercicios y/o problemas de carácter presencial, ejercicios y/o problemas de carácter no presencial, y trabajo/proyecto. Se analiza también el número de profesores y de alumnos por asignatura, y el número de grupos de teoría y de prácticas/laboratorio.

Capítulo 4. Los ejercicios.

Se destaca la existencia de cuatro tipologías de ejercicios que se repiten de forma sistemática en las diferentes secciones del departamento, y que abarcan el conjunto de contenidos teóricos y competencias necesarias para la superación de la asignatura.

Capítulo 5. El proyecto.

En la mayoría de las secciones departamentales se exige a los alumnos el desarrollo de un proyecto (propuesto por el profesorado o de libre elección por el alumnado). La finalidad del proyecto es la composición y el montaje de un conjunto 3D a partir de las relaciones de posición, el cálculo y la detección de colisiones, los estudios de movimiento, la representación diédrica normalizada de cada una de las piezas y del conjunto montado, su despiece y una axonometría en explosión, siguiendo las especificaciones geométricas y funcionales del mecanismo en cuestión.

Capítulo 6. Grados en Ingeniería.

Enumeración y síntesis de los grados ofrecidos en las escuelas industriales donde se imparte docencia EGE UPC. Relación entre grados y 2ºs ciclos por escuelas.

Conclusiones y Propuesta

En las conclusiones se recogen las evidencias aportadas en el estudio de las técnicas de Ingeniería Gráfica en España. Se exponen los argumentos que se desprenden del análisis de los datos aportados y de la discusión teórica. Se corrobora los objetivos y las hipótesis formuladas. Para una mayor clarividencia, se han organizado las conclusiones en cuatro ámbitos: docente, técnico, innovación educativa y de la investigación llevada a cabo en EGE UPC.

En Propuesta se plantea, a razón de la discusión teórica y de su análisis y síntesis llevados a cabo en las partes II y III, en función de lo analizado en el caso particular EGE UPC (parte IV), y teniendo en cuenta las conclusiones presentadas anteriormente, una propuesta de metodología docente para la mejora de las técnicas didácticas de aprendizaje de la Ingeniería Gráfica.

Bibliografía

Existen cuatro capítulos de bibliografía. Un primer capítulo de bibliografía general. Un segundo de bibliografía específica de las comunicaciones tomadas de los congresos estudiados: los CUIEET, los CIDUI y los INGEGRAF. En el tercero están las referencias bibliográficas mencionadas en algunas de las ponencias expuestas. Finalmente existe un listado por orden alfabético de todos los autores citados (independientemente del orden de aparición el titulado de la ponencia)

Anejos

Se dispone de un primer anejo consistente en un listado de acrónimos usados en este trabajo de investigación.

El segundo anejo es referente al estudio teórico llevado a cabo en la fase inicial de la investigación referente al conocimiento en otras aéreas de en la ingeniería industrial española.

El tercer anejo incorpora tablas de análisis llevadas a estudio durante el proceso de investigación de los antecedentes, presentadas en diferentes congresos.

El cuarto anejo "*Expresión Gráfica versus Ingeniería Gráfica*" es una pequeña reflexión sobre el nombre, y lo que implica, de nuestra área de conocimiento.

Existe un quinto anejo encuadernado independiente de este trabajo (debido a la cantidad de páginas), referente a las programaciones docentes, donde se presentan agrupadas por escuelas y planes docentes y/o años las guías docentes oficiales de las asignaturas de Ingeniería Gráfica de la UPC; objeto de de los resultados obtenidos en la parte IV de esta tesis.

INTRODUCCIÓN

Motivación

El estímulo para acometer esta investigación surgió como resultado de la actividad académica universitaria que el autor de esta tesis lleva realizando desde 1995 en la Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB). En dicha actividad he participado en el proceso de adaptación de las asignaturas de Dibujo Técnico, de Normalización Industrial y Geometría Descriptiva del plan 1972, a la docencia de asignaturas basadas en CAD 3D y dibujo industrial del plan 1995. También participé de forma activa en la reelaboración de la asignatura Expresión Gráfica y DAO en el plan 2002, y de los novedosos créditos de actividades no presenciales. Fui uno de los integrantes de la sección que llevamos a cabo, en 2006, la prueba piloto de la adaptación de la asignatura Expresión Gráfica a los criterios basados en los créditos ECTS, como modelo para el resto de la EUETIB. En mi interés para el aprendizaje, participé en 2003 en el 1er Plan de Acción Tutorial (PATUPC) desarrollado en la EUETIB. A partir del curso 07-08 participo, en calidad de corrector, en los tribunales de las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU). En 2009 participé en el Proyecto de Innovación docente financiado por la UPC "*Presència "on-line" a les classes i pràctiques d'Expressió Gràfica i Disseny Assistit per Ordinador*".

Asimismo, y como complemento a la actividad académica, he presentado ponencias y artículos sobre docencia e Ingeniería Gráfica en general, y sobre las experiencias docentes llevadas a cabo en la EUETIB en particular, en los años 2002¹, 2003², 2006³, 2009⁴ y 2010⁵. También formo parte desde el año 2000 en el grupo de Innovación en Sistemas para el Diseño y la Formación en la Ingeniería (INSIDE), en el marco del cual he participado en numerosos proyectos de transferencia de tecnología a través del CTT.

¹ "Análisis de la influencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, en el aprendizaje de las técnicas de expresión gráfica en la ingeniería industrial en España". 2º CIDUI. Tarragona 2002.

² "De los departamentos de expresión gráfica a los laboratorios multimedia". XIC CUIEET. Vilanova i la Geltrú 2003

³ "Innovación en la docencia de la expresión gráfica para ingenieros, con aplicación de las TIC. EUETIB plan 2002". XVIII INGEGRAF. Sitges 2006.

"Aplicación de software CAD en la enseñanza de la geometría del espacio para ingenieros". XVIII INGEGRAF. Sitges 2006.

⁴ "La Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona confía en SolidWorks desde 1997". CAD Magazine, nº124.

⁵ "Estrategias en la generación de contenidos para formación Presencial – On-line, aplicado al diseño asistido por ordenador". XVIII CUIEET. Santander 2010.

Actualmente formo parte de la Comisión del Sistema de Gestión de la Calidad⁶ (CSGQ) de la EUETIB (en los grupos de trabajo 3-1 “*Metodología Docente*” y 3-2 “*Evaluación de los estudiantes*”); de la Comisión Académica y Publicaciones Docentes (CAPD) del departamento EGE de la UPC; del Comité Local y Científico del XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET) Barcelona 2011⁷; y soy miembro electo del Consejo de Departamento EGE-UPC. Desde 2009 soy uno de los dos coordinadores de la asignatura EG-Expresión Gráfica, plan 2009.

Objeto de la tesis

La tesis tiene por objeto aportar el mayor número de elementos de juicio posibles que permitan interpretar la posición del área de conocimiento de Ingeniería Gráfica, en el marco del conjunto de la docencia universitaria española en general, y de la docencia en ingeniería en particular, en los últimos tres lustros. Para ello, se ha observado la práctica desaparición de los sistemas de representación sobre soporte papel, desplazados por herramientas digitales de modelado geométrico 3D paramétrico. Por otro lado, y como consecuencia del modelo de enseñanza–aprendizaje promovido por la consolidación del EEES, se ha modificado el esquema formativo clásico basado en primeros y segundos ciclos, unificando los nuevos grados (de 4 años de duración) con contenidos y objetivos homogéneos para permitir la movilidad, y especializando los nuevos máster.

Se analiza como caso particular los planes de estudio de las siete escuelas con presencia significativa del departamento EGE de la UPC, desde los planes basados en las herramientas tradicionales de escuadra y cartabón (64-72), pasando por los primeros planes con uso de herramientas CAD 2D (95-97) hasta los planes basados en CAD 3D paramétrico (06-09) y terminando con los planes basados en el EEES (2010).

Metodología de trabajo

A criterio del profesor Colobrants “*la tesis es un nombre genérico que oculta una variedad de experiencias. En realidad hay más de una tesis. Por lo menos cuatro, a nivel general: una que se piensa, otra que se explica, otra que se escribe y*

⁶ <http://www.euetib.upc.edu/escola/qualitat/copyofcsgq>

⁷ http://xixcuiet.upc.edu/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=17

*otra que se presenta*⁸. De esta manera se ha trabajado esta tesis: pensando, explicando, escribiendo y presentando una y otra vez la investigación.

Para el trabajo de análisis teórico, el método seguido se ha basado en cuatro fases claramente diferenciadas, aunque en varios casos se ha trabajado de forma simultánea en varias de las citadas fases.

La primera fase ha consistido en la búsqueda de la información. Dos tipos de información: una de tipo teórico general, a partir de actas de los congresos de referencia; y otra de particular, a partir de las guías docentes de las escuelas donde se imparte docencia el departamento EGE UPC. Conseguir las actas de los congresos de los últimos tres lustros se ha convertido en un trabajo de variada sistemática: en algunos casos (pocos) de fácil acceso a través de internet, en otros buscando los CD en las bibliotecas (principalmente de la UPC, pero no sólo), en otros gracias a la inestimable ayuda de compañeros del departamento EGE de la UPC y de la EUETIB, que guardan como oro en paño este valioso material para la investigación. De algún congreso solo existe material en soporte papel, difícil de encontrar. Solo en uno de los 34 congresos ha sido imposible acceder a esta información.

La segunda fase ha sido más mecánica, “*tan solo*” se trataba de bucear entre las actas de los congresos y buscar a través de palabras clave los temas presentados acorde a nuestro interés, ayudados por el “*abstract*” de las presentaciones. Bien predispuesto a la lectura, el trabajo ha consistido en una ojeada rápida, un breve resumen del tema planteado, y si el artículo prometía, una segunda lectura obligada con el análisis pertinente. Para llegar a presentar los más de 125 artículos ha sido necesario leer otro centenar largo de ponencias que se aproximaban a nuestra investigación. La selección ha sido un poco variopinta. Se ha procurado tener una visión amplia de los temas de interés, con autores con exposiciones divergentes, con una presencia geográfica y cronológica variada.

La tercera ha residido en intentar agrupar las opiniones de los aproximadamente 300 autores para presentar unas trazas identificables de cómo ha evolucionado la docencia universitaria en general, y la del área de ingeniería gráfica en particular. Con el análisis teórico realizado se ha podido desarrollar una síntesis teórica en base a las palabras claves de esta investigación.

En la cuarta y última fase se ha procedido a la presentación de los resultados de la investigación empírica llevada a cabo en los planes docentes de las escuelas de ingeniería industrial de la UPC. Se han analizado conceptos referenciados al tipo de asignatura, a la bibliografía recomendada, criterios de evaluación, participantes en las asignaturas, tipología de ejercicios, proyectos, y grados académicos.

⁸ “El doctorando organizado. La gestión del conocimiento aplicada a la investigación.” Jordi Colobrans. Mira editores. ISBN 84-8465-061-8. Zaragoza. 2001.

Con todo ello se pueden afirmar las conclusiones que se presentan en el capítulo pertinente, junto con una propuesta metodológica para la impartición de la Ingeniería Gráfica.

Universo de la investigación

El universo de la investigación para el análisis y la discusión teórica se ha circunscrito al estudio de las actas de los congresos que se aproximan a las palabras clave de nuestra investigación: docencia universitaria, innovación docente, ingeniería gráfica.

Los CUIEET (Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas) organizados por la CDITI (Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial)⁹, han sido estudiados porque reúnen experiencias innovadoras en el campo de la formación técnica universitaria y son un foro de debate permanente en el marco de las enseñanzas técnicas, en áreas temáticas de mejora e innovación educativa, docencia, investigación y sociedad, nuevas tecnologías y formación, influencia de los marcos legislativos en la acción docente, y aspectos organizativos de la docencia. Aunque su ámbito geográfico preferente es España, se presentan también aportaciones foráneas, sobretodo de otros países hispanos.

Los CIDUI (Congreso Internacional Docencia Universitaria e Innovación) analizan la necesidad de desarrollar habilidades acordes a las demandas económicas y productivas de la sociedad, introducir cambios cualitativos en los procesos de aprendizaje, nuevos modelos de adquisición de conocimientos, nuevas aplicaciones de la tecnología, Fomentar el intercambio de experiencias docentes, contribuir a la mejora de la actividad docente en las universidades, y favorecer la cooperación entre universidades. Aunque el origen de los CIDUI era Catalunya, en las últimas ediciones el abanico se abre al conjunto universitario español en general.

Los congresos INGEGRAF¹⁰ (Asociación Española de Ingeniería Gráfica) tienen por objeto la promoción del área de conocimiento de la Ingeniería Gráfica en la ingeniería industrial en general, y en particular en las universidades existentes en España. Estos congresos, que tienen un ámbito marcadamente hispano-italiano, puesto que se organizan de forma conjunta con los de ADM, pretenden ser un foro de encuentro que propicie el intercambio de experiencias de carácter científico y profesional en el ámbito de la Ingeniería Gráfica. Las áreas generales de interés de los congresos se refieren a simulación, técnicas de representación, herramientas de diseño, realidad virtual, docencia del diseño y el dibujo, procesamiento digital de

⁹ www.cditi.es

¹⁰ www.ingegraf.es

imagen, modelado en el ámbito industrial, diseño industrial, ingeniería inversa, técnicas de prototipado, intercambio de datos, historia de la tecnología, tecnología gráfica, artes gráficas, y topografía y cartografía.

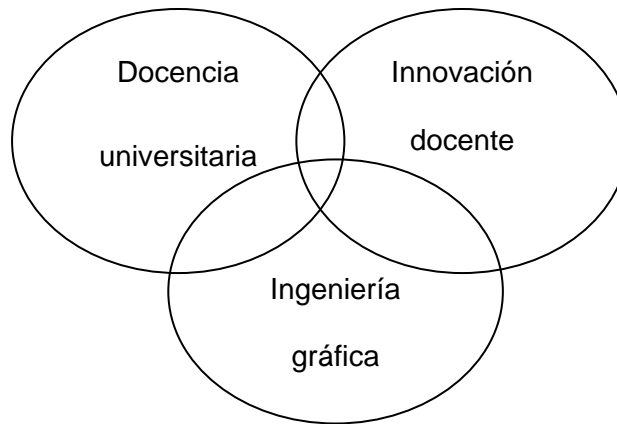


Ilustración 1. Universo de la investigación.

Delimitación cronológica

El análisis teórico empieza a partir de 1993, con la incorporación a la docencia del Dibujo Asistido por Ordenador en aplicación de los descriptores del Boletín Oficial del Estado¹¹ (BOE).

La discusión teórica empieza poco después, cuando se promueven de forma intensiva los programas de diseño por ordenador en la docencia de la ingeniería gráfica, justo cuando las TIC empiezan tímidamente a emerger en las universidades. 1997 es el año del primer congreso INGEGRAF del que existe libro de actas en formato electrónico. Son los años de la introducción de nuevas herramientas basadas en las TIC en la docencia.

Las palabras clave que van apareciendo de forma progresiva en los diferentes congresos son: aprendizaje, aprendizaje virtual, geometría descriptiva autoformación, evaluación continuada, comunicación multimedia, Virtual Reality Modeling Language (Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual), docencia, animación por ordenador, dibujo industrial, enseñanza asistida por ordenador, internet, planes de estudio, informatización de la docencia, competencias docentes.

El estudio teórico termina con la plena aplicación de nuevos criterios docentes, expresados a grandes rasgos en el EEES.

¹¹ BOE nº206 de 27.08.92 para el plan de estudios 1993.

Análisis de los planes de estudio

Se han analizado los planes de estudio de todas las secciones del departamento EGE de la UPC, de las escuelas donde se imparte docencia de forma significativa: EET (EUETIT), EPSEM (EUPM), EPSEVG (EUPVG), ETSEIAT (ETSEIT), ETSEIB, EUETIB, y EUOOT.

En la mayoría de las escuelas, el análisis de los planes de estudio se aborda en el inicio de la década de los 90, fecha en que se empieza a recoger en una guía académica anual las fichas correspondientes a cada asignatura. De esta manera (tal y como puede apreciarse en el anejo que se presenta encuadernado de forma individual) se dispone de una información fundamental para comprender la evolución de la docencia impartida. En general pueden identificarse tres grandes etapas: una primera correspondiente a la docencia basada en el uso de herramientas tradicionales (escuadra y cartabón), ajustada a los planes de 1964 y 1972; una segunda correspondiente a la introducción de las primeras herramientas CAD, identificada en los planes de 1992 y 1995; y una tercera y última etapa donde los nuevos planes de estudio implementan los conceptos teóricos del EEES, y extiende el uso de CAD paramétrico en la docencia, correspondiente principalmente al nuevo plan de estudios 2009-10.

Las bibliotecas visitadas para acceder a la información han sido la de la EUETIB¹² (C/ Comte d'Urgell 187, 08036), la del campus de Terrassa¹³ (Plaça del Campus s/n, 08222), la del campus de Manresa¹⁴ (Av. Bases de Manresa 7-11, 08242), la biblioteca de Vilanova i la Geltru¹⁵ (Edifici VG6, Rambla de l'Exposició 37, 08800), y la de la ETSEIB¹⁶ (Avinguda Diagonal 647, 08028). Ello ha sido así porque la mayoría de las bibliotecas solo disponen de las guías docentes de las escuelas de referencia de la propia biblioteca.

En todas ellas se ha tenido acceso a las guías docentes solo en formato papel. No se ha encontrado este material en formato digitalizado. De forma que el trabajo ha consistido en, primero seleccionar en cada guía las asignaturas del departamento y fotocopiar las páginas correspondientes; segundo escanear las fotocopias con un nivel de suficiente de calidad (150 dpi) para poder editar este material; y tercero formatear de forma ordenada este material para una consulta ágil

¹² <http://bibliotecnica.upc.edu/EUETIB>

¹³ <http://bibliotecnica.upc.edu/BCT/inici>

¹⁴ <http://bibliotecnica.upc.edu/BCUM/>

¹⁵ <http://bibliotecnica.upc.edu/VILANOVA/inici>

¹⁶ <http://bibliotecnica.upc.edu/ETSEIB/>

del anejo correspondiente (con la impresión personal que puede ser un material de consulta interesante desde el propio departamento).

Hipótesis

En relación con el objeto de estudio, se plantean las siguientes hipótesis, cuestiones que se corroboran a lo largo de esta investigación con el análisis, la discusión teórica y la síntesis que se aporta en el desarrollo del trabajo.

Hipótesis 1

El empleo de sistemas informáticos en la docencia de la Ingeniería Gráfica implica nuevas formas de enseñanza de la materia clásica de la geometría del espacio, pero también la desaparición de ciertos contenidos que estaban fuertemente relacionados con las metodologías basadas en el soporte papel.

Hipótesis 2

El Diseño Asistido por Ordenador supone nuevas oportunidades para el desarrollo del área de Ingeniería Gráfica. Los nuevos contenidos existentes más allá de los clásicos exclusivamente geométricos, son una oportunidad para el área para compensar la disminución de carga académica acaecida en los últimos planes de estudio.

Hipótesis 3

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación favorecen el nuevo paradigma de enseñanza-aprendizaje impulsado por la plena implantación del Espacio Europeo de Educación Superior.

PARTE I. ANTECEDENTES

La confluencia de medios

Al inicio de redactar esta tesis nos encontramos ante un panorama de confluencia de medios en cada vez menos tiempo. Tal como expone Agustín Olmos “los aproximadamente 75 años de desarrollo de la radio y la televisión se han acompasado a los cerca de 55 del ordenador, y los apenas 10 de Internet para provocar una transformación vertiginosa en todo el mundo, confluyendo en lo que llamamos Nuevas Tecnologías de la Información”¹⁷. Y esta es una transformación que va mas allá de la mera innovación tecnológica, pues como señala Gutiérrez Martín se han producido “cambios en sistemas económicos, sociales y culturales, e incluso en los individuos que han de ajustarse a los nuevos sistemas”¹⁸. Podemos intuir que nos encontramos dentro de un nuevo marco de relaciones.

Las compañías telefónicas han cambiado su nombre por el de compañías de telecomunicaciones o de servicios. Este cambio no es casual ni aleatorio, sino una muestra del proceso de convergencia que se está llevando a cabo. Las operadoras telefónicas están empezando a facturar cada vez más por servicios de datos en vez del tradicional servicio de voz. Hasta mediados de los 90 el núcleo económico de las compañías lo constituían las llamadas telefónicas. Esto ha cambiado y aún cambiará más en el futuro según podemos ver en la ilustración 1 en el siguiente cuadro de prospecciones:¹⁹

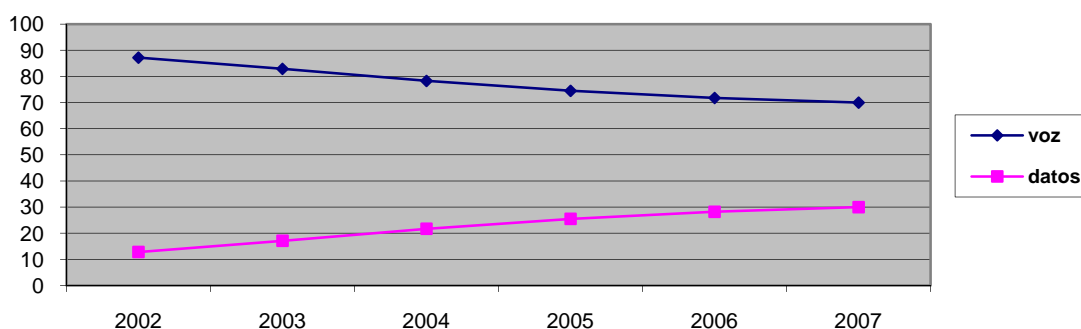


Ilustración 2. Prospecciones de convergencia Voz-Datos.

La confluencia de medios lleva aparejada una nueva configuración de los canales de distribución de información. Tradicionalmente el sistema telefónico era

¹⁷ NUEVAS TECNOLOGÍAS Y EDUCACIÓN EN ANDALUCIA. Agustín Olmos. Quadernsdigitals.net /articles/monografico/mononuevas

¹⁸ EDUCACIÓN MULTIMEDIA Y NUEVAS TECNOLOGIAS. Alfonso Gutiérrez Martín. Madrid. Ediciones la Torre. 1997

¹⁹ Fuente: Yankee Group, Mobile Communications. El País Negocios. 6 de abril 2003. pág. 5.

básicamente una red en *estrella*. Con la aparición del cable, y de su mayor valedor, la televisión por cable, aparece una nueva configuración, basada en un *bucle*. En el primer caso, cada hogar dispone de una línea de bajo ancho de banda. En el segundo, un gran número de hogares comparten el servicio de un ancho de banda superior. La configuración entre estrellas y bucles depende del contenido de las comunicaciones. En la red telefónica cada conversación es diferente, los bits de una casa no tienen que ver en nada con los de su vecino. Por el contrario, en el caso de la televisión, los vecinos comparten la información. Esta situación está empezando a cambiar. La confluencia de medios también se llevará a cabo en las redes. *“Puede que dentro de veinticinco años no exista ninguna diferencia entre el cable y el teléfono, no solo en términos corporativos sino en el sentido de la configuración de redes”*²⁰

Pero al final ¿todo será un ordenador o una televisión? Para el profesor Negroponte, en el futuro solo existirán ordenadores “El aparato receptor será como una tarjeta de crédito que al introducirla en nuestro PC lo convertirá en una puerta electrónica para la recepción de información y entretenimiento por cable, teléfono o satélite. En otras palabras, no existirá una industria de aparatos de televisión en el futuro, sino solo fabricas de ordenadores, es decir pantallas alimentadas con toneladas de memoria y un enorme poder de procesamiento”²¹. En el futuro lo único que existirá será la información. No será importante si llega por cable, cobre, satélite ni cualquier otro nuevo medio. No será importante que leamos esta información en el ordenador, la televisión, en el teléfono móvil, o en un display incrustado en el microondas. Es cierto que la información podrá circular por diferentes redes y que nosotros podremos disponer de ellas en diferentes pantallas, pero lo único importante será el hecho de poder disponer de la información en cualquier momento, en cualquier lugar y de cualquier manera.

Los laboratorios virtuales son un buen ejemplo de esta confluencia de medios, donde la combinación de diversas tecnologías permiten a los usuarios interactuar en tiempo real con un entorno dinámico tridimensional generado por ordenador, llamado Realidad Virtual.

Las TIC son el resultado de la confluencia de una tecnología que avanza a marchas forzadas haciendo converger en un único punto elementos hasta hace poco tiempo distanciados: la informática, las comunicaciones y la tecnología audiovisual. Todas las redes de telecomunicaciones tienden a converger hacia una única red: Internet, puesto que al fin y al cabo lo único que están transportando estas redes son información digital. Pero además de la confluencia tecnológica se esta produciendo una convergencia en los servicios que antes eran independientes por tener diferente infraestructura tecnológica, pero no ahora que comparten un mismo espacio y una única forma de comunicación.

²⁰ “EL MUNDO DIGITAL” N. Negroponte. Ediciones B. Barcelona 1995. Pag 52. ISBN-84-406-5925-3

²¹ “EL MUNDO DIGITAL” N. Negroponte. Ediciones B. Barcelona 1995. Pag 66. ISBN-84-406-5925-3

Estos, y otros elementos definidores de las TIC rápidamente cambiantes hacen difícil la previsión de un futuro indiscutible. Para poder intuir como se desarrollará este futuro es necesario observar aquellas organizaciones que están a la cabeza del desarrollo tecnológico, y que están sabiendo adaptarse a los cambios del futuro. En el caso español las organizaciones que han destacado en este ámbito han sido los grandes grupos industriales y sobretodo financieros.²²

En el mundo de los negocios *“los directivos han asumido riesgos presintiendo que el paso de la sociedad industrial a la sociedad de la información se materializaba con estas nuevas tecnologías y ningún gran grupo financiero o industrial ha querido quedarse al margen de esa carrera hacia el futuro, realizando para ello inversiones multimillonarias con rentabilidad a largo plazo”* mientras que *“han tardado en implantarse en el mundo educativo”*²³. Sin embargo el profesor Castells nos dice que *“la educación es la base de la creación de la riqueza en la sociedad de la información”...“hay que educar individuos autónomos y creativos, capaces de gestionar el cambio continuo y buscar y generar información”*²⁴. Para paliar esta situación muchos pensadores nos proponen redefinir el sistema educativo de arriba a abajo, desmantelando la formación orientada a la calificación requerida a corto plazo (y por lo tanto rápidamente obsoleta) y sustituyéndola por una enseñanza que integre educación y trabajo a lo largo de toda la vida profesional.

Para muchos autores, el mundo educativo está dando la espalda a las TIC, como para Joan Batlle: *“hasta ahora, la palabra educación era prácticamente concebida como sinónimo de escuela”...“hoy por hoy, este reduccionismo es imposible y no funciona”*²⁵. El modelo de educación “clásico” no puede funcionar, pues era unidireccional, basado en el profesor que “descargaba” unos conocimientos sobre unos alumnos que escuchaban. Las TIC no son sólo un recurso didáctico, una ayuda tecnológica para seguir explicando lo mismo. Hay que educar “en” y “con” las TIC, una transformación en la forma de enseñar que debemos asumir los profesores. Pero para eso los profesores primero tenemos que trabajar “en” y “con” las TIC, porque no se puede enseñar algo que se desconoce, sino el fracaso estará servido como nos explica el profesor Terceiro *“..dada la malicia de los escolares viéndose más sabios que sus profesores delante del ordenador, es comprensible que en muchas escuelas el principal obstáculo para la*

²² BBVA y Santander son dos de los grupos financieros mas analizados en Europa, ya que con la aplicación de las nuevas tecnologías han conseguido aumentar sus márgenes financieros en un momento en el que la banca europea los estaba bajando. De hecho BBVA, Santander y La Caixa, tienen un peso europeo superior al que le correspondería por el nivel industrial-económico de España dentro de la UE.

²³ NUEVAS TECNOLOGÍAS Y EDUCACIÓN EN ANDALUCIA. Agustín Olmos. Quadernsdigitals.net/articles/monografico/mononuevas

²⁴ MANUEL CASTELLS. Entrevista en EL PAIS, 19-07-98. Suplemento Domingo. Páginas 6 y 7

²⁵ EL TIEMPO LIBRE INFANTIL Y JUVENIL. Joan Batlle. Revista La Factoría nº3

*entrada de las TIC sean los profesores”*²⁶. En este mismo sentido ahonda la ponencia presentada por la AEIC *“la facilidad de adaptación de los jóvenes con las TIC nos puede llevar, si no se toman las medidas adecuadas, a una situación que no se había producido nunca: que los alumnos dominen las nuevas herramientas de trabajo y que los educadores no las dominen”*²⁷

El marco social

Tradicionalmente el tiempo libre, el tiempo para aprender y el tiempo para trabajar estaban separados. Uno primero jugaba, luego estudiaba y después trabajaba. Hoy en día esto no es, ni puede ser así. Jugar, aprender y trabajar se superponen. Los niños aprenden jugando en la escuela. Los alumnos aprenden y trabajan en las empresas en prácticas simultáneas. Y todos nosotros trabajamos y no podemos de dejar de aprender en ningún momento, para no perder el tren de la tecnología.

Para algunos autores, como el profesor Terceiro, ya estamos en la Sociedad Digital *“la Era Electrónica duró veinticinco años, y la era de la Información ya tiene 20, evolucionando rápidamente desde lo que podríamos llamar Infolítico Inferior al Infolítico Superior”*²⁸, e incluso para otros como Sartori el habitante de nuestro actual mundo es el Homo Videns²⁹. La cultura digital se ha extendido por toda la comunidad, la actividad artesana ha evolucionado hacia la actividad industrial, y de ella a la postindustrial, ha aparecido un nuevo lenguaje de comunicación multimedia, etc...No son solo cambios tecnológicos, sino cambios conceptuales. Para el doctor Monguet Fierro y Fernández Sánchez en algunos entornos *“los cambios conceptuales ya han tenido lugar, las TIC lo que harán es potenciar”*³⁰. De la misma manera podemos ver como las predicciones llevadas a cabo en el año 1995 para el futuro más o menos próximo, se materializaban en un breve espacio de tiempo *“La próxima década será testigo de un sinnúmero de casos de abusos de los derechos de propiedad intelectual y de invasión de nuestra intimidad. Habrá vandalismo digital, piratería de software y robo de información. Y lo peor de todo, mucha gente se quedará sin trabajo debido a los sistemas automatizados y las oficinas cambiarán tanto como lo han hecho las fábricas. La noción de tener el mismo trabajo toda la*

²⁶ JOSE B. TERCEIRO. Entrevista en Ciberp@is de 3-08-2000 pagina 9.

²⁷ EDUCACION E INFORMATICA. Asociación de Enseñantes de Informatica de Catalunya. Editorial. 11-08-2001. www.aeic.es

²⁸ SOCIEDAD DIGITAL. DEL HOMO SAPIENS AL HOMO DIGITALIS. José B. Terceiro. Madrid. Alianza Editorial. 1996

²⁹ HOMO VIDENS. LA SOCIEDAD TELEDIRIGIDA. Giovanni Sartori. Madrid. Taurus. 1998

³⁰ LAS COMUNICACIONES MULTIMEDIA ¿CONSTITUYEN NUEVOS AMBITOS CIENTIFICOS Y TECNICOS DE INTERES PARA EL AREA DE EXPRESION GRÁFICA EN LA INGENIERÍA. J.M. Monguet Fierro y J. Fernández Sánchez. Ponencia presentada en el Ingegraf 1998

*vida ha empezado a desaparecer*³¹. A pesar que estos comentarios están centrados en la sociedad norteamericana, el profesor Negro Ponte hace hincapié en el hecho de que la cultura digital se extiende internacionalmente más deprisa que cualquier cambio geopolítico mundial.

Por el contrario otros autores opinan que en nuestro país la botella aún esta medio vacía. España va a remolque de la Sociedad de la Información, no destaca en ninguno de los ámbitos de ella y tiene uno de los parámetros más bajos del uso de Internet en el mundo occidental, como destaca el informe anual España 2001 de la Fundación Retevisión Auna. Algunos de los más atrevidos columnistas opinan que el retraso en la SI es un factor “estructural” de España atribuible al entono cultural-geográfico-climatológico. ¿Y qué se está haciendo para solventar esto? Para Joaquín Estefanía nada: *“la inversión destinada a impulsar la SI el año pasado se alejó mucho del objetivo: de los 136.978 millones (de pesetas) previstos en el plan Una SI para todos, sólo se ejecutaron 56.884 millones, un 41.5%; tampoco la marcha del Info 2001 (2001-2003) resulta alentadora, a juzgar por la falta de datos sobre su cumplimiento seis meses después de su lanzamiento”*³²

Según los indicadores de la Unión Europea, España está en el furgón de cola de la innovación europea, tanto en el terreno público como en el privado: *“respecto a la sociedad de la información, España permanece hoy en la cola en acceso a Internet, penetración de ordenadores e infraestructura de banda ancha. El plan Info XXI de desarrollo de la sociedad de la Información del Gobierno, presentado ostentosamente por el presidente Aznar en enero (de 2001) recoge (...) en su mayor parte (600.000 millones de 825.000) los gastos de la administración en tecnología, y no se ha ejecutado ni la mitad de lo presupuestado en 2000”*. *“La Situación en España es más preocupante por dos motivos. Por una parte por la especial magnitud que tiene nuestra brecha tecnológica en todos los ámbitos y más específicamente en las TIC (...) Y por otra parte, por las notorias limitaciones en la implementación de la política científica y tecnológica que no está llevando a la realidad las prometedoras acciones programadas en el plan I+D+I”*³³. Para muchos estudiosos, como el profesor Lafuente Pérez *“ello permite sospechar que las políticas de apoyo a la I+D empresarial no son adecuadas o que su gestión es deficiente”*³⁴. Existe diferencia entre decir que un país es digital y serlo.

Por otro lado, si intentamos analizar el marco social no de España como conjunto sino de las diferentes comunidades autónomas, para poder intentar descubrir si las tradicionales “locomotoras” industriales también se comportan de la

³¹ “EL MUNDO DIGITAL” N. Negro Ponte. Ediciones B. Barcelona 1995. Página 269. ISBN-84-406-5925-3

³² LA PRECARIA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN. Joaquín Estefanía. El País Domingo. 1 julio de 2001. Página 9.

³³ “EL FRACASO DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA”. Carmela Martín. El País. Negocios. 21 octubre de 2001. Pág. 5.

³⁴ Alberto Lafuente Pérez. Catedrático de la Universidad de Zaragoza. El País Negocios. 24 de febrero de 2002. Pág. 20.

misma manera en la Sociedad de la información, podemos averiguar que es una apreciación bastante errónea. Si estudiamos Catalunya (como comunidad con mayor aporte al PIB español, y a la vez con el mayor peso industrial absoluto y también per capita) los individuos que han utilizado Internet como mínimo una vez son³⁵: en España un 42%, en Catalunya un 45%, y en Europa (de media) un 51%, con países como Dinamarca donde el 73% de la población ha accedido como mínimo una vez a Internet. Parece un resultado muy pobre si pretendemos ser “locomotoras” de la nueva Sociedad de la Información. El mismo estudio desgrana aun otros datos de mayo de 2003 aun mas desoladores, mientras que el 99.7% de los hogares de Catalunya poseen televisión, un 77,7% video y un 54.9% lector de CD, solo un 31,6% de los hogares dispone de ordenadores con conexión a Internet a los que se puede sumar otro 16.7% de hogares con ordenadores pero sin conexión a la red (muchos de ellos seguramente sin la posibilidad técnica de conexión).

España no destaca en la Sociedad de la Información como conjunto, lo que es malo, pero es peor aun que tampoco destaquen sus principales comunidades a manera de “locomotora” de la SI.

El marco económico

La actual revolución de la información es en realidad la cuarta de la historia humana. La primera fue hace 6.000 años con la invención de la escritura en Mesopotamia³⁶. La segunda fue provocada por la invención del libro escrito en China hacia 1.300 a.C.³⁷. La tercera por la invención de la imprenta por Gutemberg en 1450-1455. Cada una estas revoluciones supusieron un enorme salto cualitativo para el hombre a un coste increíblemente bajo respecto a la etapa anterior. Antes de 1450, 10.000 monjes repartidos por monasterios de toda Europa se dedicaban a copiar a mano unos pocos miles libros muy caros e inaccesibles a la población; a partir de 1500, los aproximadamente 800 impresores europeos podían imprimir unos 25.000 libros al año. Todo ello tuvo importantes connotaciones no solo económicas sino también políticas, culturales y religiosas. Es en este contexto que algunos pensadores sitúan la actual revolución de la información: *“el efecto que tuvo la revolución de la imprenta en la sociedad, la educación, la cultura- por no hablar de la religión- fue por lo menos tan importante y con certeza tan rápido como el de la*

³⁵ Datos publicados en “Enquesta a les llars sobre equipament i us de les TIC a Catalunya”. Observatori de la Societat de la Informació. Mayo 2003. <http://dirsi.gencat.net>

³⁶ 2.000 años después y de forma independiente en China

³⁷ 800 años después y también de forma independiente en Grecia

*presente revolución de la información*³⁸. Para Peter Druker, junto con otros nos encontramos en un momento de cambio de paradigma.

En la sociedad digital la economía no está basada en un uso intensivo de la mano de obra (como en el siglo XIX) o es un uso intensivo de la energía (mediados del siglo XX), sino que la Economía Digital es una economía intensiva en Información. Ello comporta una serie de efectos positivos en nuestra sociedad, pero también otros más discutibles. Entre los primeros podemos destacar el crecimiento de la productividad, la reducción de costes, el mantenimiento a raya de la inflación, la eliminación de las barreras entrada y salida, la multiplicación de las posibilidades de internacionalización y la aceleración del crecimiento económico. De los efectos más discutibles (no todos los autores están de acuerdo en que sean mas o menos importantes) se pueden enumerar la dispersión salarial (dentro de una misma sociedad pero también entre diferentes sociedades), el paro tecnológico (efectos de sustitución de empleo) y la desaceleración de precios. Para algunos autores esta economía digital intensiva en información conlleva un cambio de paradigma en el marco económico *“en la economía digital se producen una serie de cambios respecto al anterior marco económico: cobran mayor importancia los bienes públicos que en la economía tradicional, genera mayores externalidades de red (mayores economías de escala), los mercados tienden a ser más “perfectos”, y los cambios de las TIC son tan bruscos que no permiten su regulación, lo que provoca sobreinversión (1990-2000) y burbujas financieras (2001-?)”*³⁹.

Este nuevo paradigma supone la aparición de la virtualidad. Así lo expresa el Dr. Mario Aguer: *“Las nuevas tecnologías de la Información y la Comunicación constituyen el nuevo paradigma técnico-económico, basado en un conjunto interconectado de innovaciones tecnológicas que permiten a la empresa desenvolverse en un entorno cada vez más dinámico e incierto. Tales progresos hacen que los empleados no tengan necesidad de estar cerca unos de otros y permiten que individuos lejanos en el espacio trabajen conjuntamente. Esta situación ha dado lugar a la creación de empresas virtuales, fábricas virtuales, oficinas virtuales y corporaciones virtuales”*⁴⁰. La economía virtual permite a las organizaciones eliminar las barreras del espacio y el tiempo para ser más eficaces y poder competir internacionalmente en un mundo cada vez más global.

Pero para que este nuevo paradigma basado en las tecnologías de la información pueda llegar a buen puerto hace falta invertir dinero. Las sociedades modernas ya no son aquellas que invierten en la protección de la agricultura o de su industria nacional. Hay que invertir en la sociedad de la información. Y en este

³⁸ “EL MANAGEMENT DEL SIGLO XXI” Peter Drucker. Pág. 155. Edhasa. Barcelona 2000. 1ª edición. ISBN-84-350-1452-5

³⁹ Dra. Susana Gordillo. Conferencia el 17/3/03 en la ETSEIB en el programa de doctorado “Enginyeria Multimedia”

⁴⁰ “LA EMPRESA VIRTUAL EN EL MARCO DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN” discurso de ingreso del académico numerario electo Dr. Don Mario Aguer Hortal. Página 66. Publicaciones de la Real Academias de Ciencias Económicas y Financieras. Barcelona 2000.

punto España está fallando. España es considerada la novena economía del mundo, pero en cambio en todos los indicadores de la sociedad de la información está por debajo del puesto número 20, lo que lastra su competitividad actual, pero sobre todo futura. El plan Info XXI fue un fracaso. Ya se están planteando un nuevo plan, pero volverá a fracasar si el gobierno español no invierte el dinero suficiente en la sociedad de la información. España no solo invierte poco, sino que en la última década su porcentaje inversor en las TIC ha decrecido respecto a los principales países industriales, como lo demuestra el gráfico de la ilustración 2⁴¹:

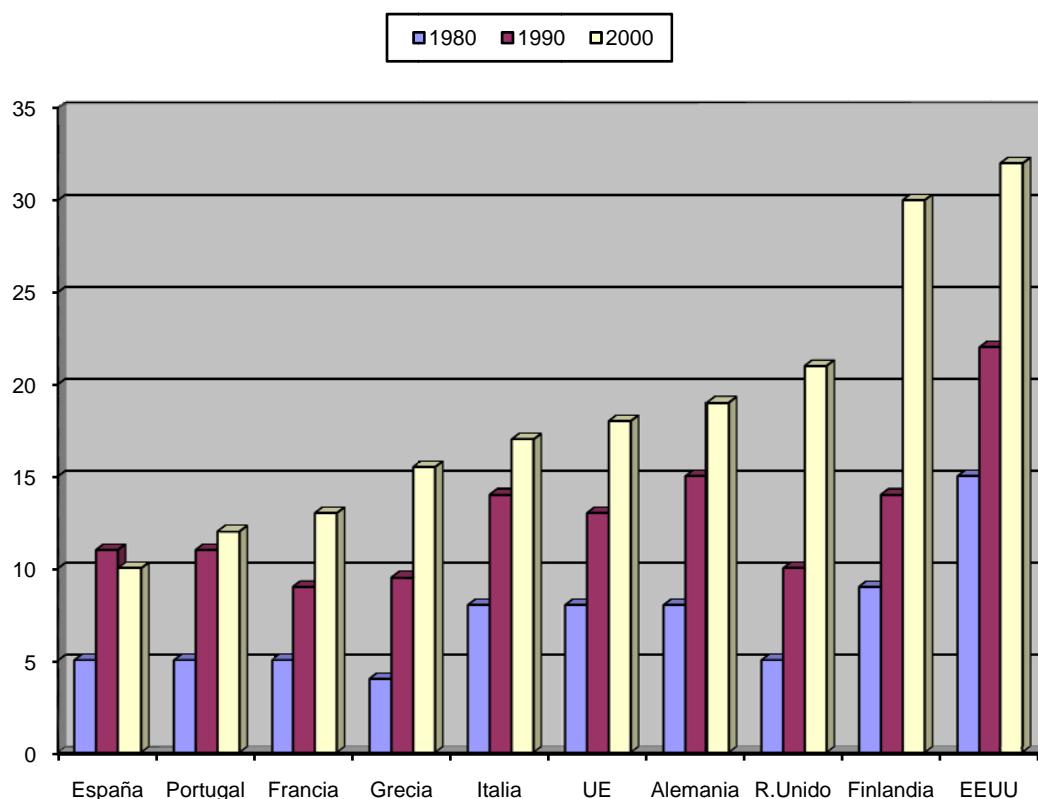


Ilustración 3. Inversiones en TIC en OCDE.

Países con un potencial económico menor que España están invirtiendo mucho más en tecnologías de la información, con lo que se aproximan a los niveles económicos españoles. El gasto en tecnología de los países de la OCDE está alrededor del 7% del PIB, mientras que España, obsesionada con el “déficit cero” es del 2.20%

⁴¹ Fuente “The Economist” y OCDE. Gráfico publicado en El País Negocios de 20 de abril de 2003. Página 5.

Escenarios

Si podemos pues presumir que es fundamental incorporar las TIC a todos los niveles de la enseñanza, parece lógico que sea aun más imprescindible incorporarlas en el ámbito de la enseñanza universitaria politécnica, y más concretamente en el área de la expresión gráfica en la ingeniería, en tanto que disciplina instrumental, significativamente afectada por las Tecnologías de la Información y de la Comunicación.

La universidad actual es, se supone que es, una institución canalizadora de conocimientos y de valores. Por otra parte, debe de tener la suficiente capacidad como para transmitir adecuadamente y mantener sus contenidos actualizados al día, ya sea mediante sus actividades de investigación y/o de formación permanente. Actualmente, se puede decir que la universidad realiza sus funciones de una forma esencialmente artesanal. Un profesor en clase imparte su docencia a un grupo de alumnos. La aplicación de las TIC conlleva implícito un modelo más “industrial”, o si se prefiere “postindustrial” de aprendizaje.

Por otro lado las herramientas tecnológicas permiten mas funcionalidades que los tradicionales libros y documentos impresos. A medida que vayamos ganando experiencia en estas nuevas tecnologías crearemos mejores “clases”, más interactividad, podremos favorecer que los estudiantes aprendan por su cuenta.

Las TIC hacen posibles nuevas actividades y nuevas formas de organización del tiempo y del espacio de la docencia. Aparecen nuevos modelos de aprendizaje diferentes al meramente presencial: modelos enteramente virtuales, y también modelos híbridos, están empezando a desarrollarse y a estudiarse teóricamente⁴². Todas las clases no tienen por qué ser meramente expositivas por parte del profesor. Pueden organizarse diversas actividades docentes, en las que intervienen los alumnos y el profesor actúa de moderador. En los laboratorios de DAO de los departamentos de expresión gráfica en la ingeniería se puede avanzar mucho en este sentido. El profesor ya no sólo es un expositor de contenidos y de instrucciones, sino un facilitador y guía del proceso de aprendizaje, incrementando la atención personalizada al estudiante. Los ordenadores en si no cambian nada, somos los profesores los que podemos cambiar la enseñanza para adaptarla a los retos del nuevo modelo que las TIC propician. Podemos ofrecer contenidos a través de Internet, compartirlos de una manera horizontal⁴³, ofrecer docencia de otra manera. En el fondo eso es ofrecer libertad de aprendizaje.

Las TIC permitirán la sustitución de algunas clases presenciales por otras virtuales, o de “no presencialidad”, tal y como ya se lleva a cabo en algunas

⁴² MODELO DE FORMACION HIBRIDO PARA EL DISEÑO, PRODUCCION E INTEGRACIÓN DE CONTENIDOS FORMATIVOS Y ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE. Tesis doctoral de Francesc Alpiste. 2002.

⁴³ el profesor ya no es un personaje inaccesible, sino un ayudante en el proceso de aprendizaje

universidades⁴⁴. Este proceso requiere un cierto tiempo para la adecuación de los profesores a las nuevas herramientas pero también para una nueva organización de la universidad.

Parece lógico pues que la Universidad está llamada no sólo a cambiar, sino incluso a liderar el cambio que se debe producir con las TIC. A modo de ejemplo podemos citar al programa ABET 2000⁴⁵ del *Accreditation Board for Engineering and Technology* que propugna una profunda reforma de la enseñanza de la ingeniería en Estados Unidos, sobre la base de tres puntos: I- Diferenciación, II- Auto evaluación y III- Criterio ABET 3, que propone 11 capacidades fundamentales de los futuros ingenieros, entre la que destaca el reconocimiento de la necesidad de aprendizaje de por vida, y la capacidad para conocer y utilizar las técnicas y herramientas modernas.

En Catalunya el número de universitarios ha pasado de los 115.430 de 1985 a los 185.940 de 2000. El número de carreras que pueden cursarse ha aumentado de 30 a 115 en el mismo período. En el conjunto de España, el número de universitarios ha subido hasta los 1.547.331 estudiantes⁴⁶. Pero ¿en qué marco se ha producido este incremento de la oferta universitaria? Pueden considerarse dos escenarios posibles para el próximo lustro en el ámbito universitario.

Actualmente el escenario de la enseñanza reglada universitaria es claramente local (y por lo tanto también el de la expresión gráfica en la ingeniería). Los alumnos se agrupan en universidades no por la calidad de sus profesores, ni por los programas de las diferentes escuelas, sino simplemente por proximidad física. Mecanismos como el distrito único universitario podemos considerarlos como claramente fracasados o como mínimo numéricamente poco importantes. Sólo algunas universidades de prestigio consiguen atraer alumnos más allá de nuestras fronteras locales, suele tratarse de alumnos de segundos y sobretodo de terceros ciclos universitarios.

Podemos constatar estas afirmaciones al comprobar que la mayoría de los alumnos que superan la selectividad piden en las primeras posiciones de sus preferencias, siempre facultades de su ámbito local, independientemente del área de estudio. Aunque con la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (la LOU) desaparezca en la práctica la selectividad, siempre existirán mecanismos de selección.

Si tenemos en cuenta que en los últimos diez años se ha doblado el número de universidades en España, y que en la mayoría de los casos estas son de carácter poco más que provincial, el escenario local parece tomar cuerpo. A modo de ejemplo podemos fijarnos que en la Catalunya de 1990 sólo existían 3

⁴⁴ en la EUETIB, el 20% de los créditos de cada asignatura son de tipo "no presencial" desde del curso 2002-2003

⁴⁵ ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY. <http://www.abet.org>

⁴⁶ datos del curso 2000-2001 según el MEC. <http://www.mec.es>

universidades y en 2002 ya se habían convertido en 11 (UPC, UB, Autónoma, UPF, URLL, UdG, UdLL, URiV, UdV, UIC y UOC). Además hay que tener en cuenta que este escenario no es fortuito sino reforzado políticamente tal como nos indica J. Benedito *“..l'important efecte , pel que fa a l'equilibri territorial, de l'opció adoptada per a la Generalitat en crear les universitats de Girona, de Lleida i la Rovira i Virgili”* (de Tarragona)⁴⁷. En el ámbito español ocurre algo similar.

Frente al anterior escenario local se puede prever un escenario de tipo multinacional, sobre todo para la enseñanza continua, en posgrados y master, debido a una producción descentralizada de materiales multimedia, a un gran número de profesores de otras latitudes, a los diversos países de procedencia de los estudiantes, a la importancia de las economías de escala para poder amortizar las inversiones tecnológicas necesarias y a la obligatoria diferenciación de la oferta en un marco de competencia abierta. El mercado ya no es España, es como mínimo el mundo hispano, o todo el mundo. Ya estamos viendo como tienen lugar gradualmente procesos de concentración, alianzas y fusiones, no solo entre universidades sino con la participación de empresas privadas. Monguet Fierro y Fernández Sánchez son de esta opinión al afirmar que *“iremos viendo como tienen lugar gradualmente procesos de concentración, estrategias de alianzas y fusiones, incremento de la función comercial de las universidades...”*⁴⁸.

Este escenario global tienen especial importancia para la enseñanza continua, que es la que la mayoría de los pensadores actuales piensa que más se va a desarrollar, hasta el punto de superar a la mera enseñanza puntual en edad de aprendizaje, sobre todo para los *“trabajadores del saber”*: *“el sector de más rápido crecimiento de cualquier país desarrollado puede resultar ser el de la educación continua para adultos con un alto nivel de educación”*⁴⁹ *“el saber queda rápidamente desfasado y los trabajadores del saber tienen que volver a la escuela regularmente. Por todo ello, la educación continua de unos adultos que tienen ya un alto nivel de educación será un sector de rápido crecimiento en la sociedad que viene”*⁵⁰

¿Cuál de los dos escenarios será el más próximo dentro de 10 años? Seguramente el escenario que nos encontraremos no será ninguno de los dos extremos. Por un lado, los primeros ciclos, donde se enmarca la enseñanza de la

⁴⁷ LA ARQUITECTURA EN LA UNIVERSITAT I EL TERRITORI. Josep Benedito. Artículo en la revista INDE. Pagina 7. Julio 2001

⁴⁸ LAS COMUNICACIONES MULTIMEDIA ¿CONSTITUYEN NUEVOS AMBITOS CIENTIFICOS Y TECNICOS DE INTERES PARA EL AREA DE EXPRESION GRÁFICA EN LA INGENIERÍA. J.M. Monguet Fierro y J. Fernández Sánchez. Ponencia presentada en el Ingegref 1998

⁴⁹ “LA EMPRESA EN LA SOCIEDAD QUE VIENE”. P. Drucker. Pág. 198. Empresa Activa / Nuevos Paradigmas. Ediciones Urano. Barcelona 2003. ISBN 84-95787-43-1

⁵⁰ “LA EMPRESA EN LA SOCIEDAD QUE VIENE”. P. Drucker. Pág. 206. Empresa Activa / Nuevos Paradigmas. Ediciones Urano. Barcelona 2003. ISBN 84-95787-43-1

expresión gráfica en la ingeniería no son susceptibles de una carrera competitiva para ganarse al estudiante. Pero por otro lado, si es verdad que el pleno uso de las TIC sólo será posible con la colaboración de grupos de profesores de una misma universidad, sino con la colaboración de departamentos de varias universidades. Desde este punto de vista es compatible el crecimiento del número de universidades por toda la geografía española, con su coordinación a efectos de alcanzar la masa crítica necesaria. Un ejemplo claro de relación entre universidad y empresa es el consorcio andaluz Fernando de los Ríos (para la enseñanza abierta y a distancia), participado por las 10 universidades andaluzas, la Radio y Televisión de Andalucía y ADM (Andalucía Digital Multimedia), que cuenta con estudios universitarios, formación continuada y formación corporativa de empresas. El mercado natural de la Fernando de los Ríos no es solo Andalucía es en realidad todo el mundo.

Parámetros en la evolución de la universidad española

En este capítulo se desglosa el marco histórico, institucional y legal de la universidad española hasta la fecha de la aprobación en las Cortes españolas de la *Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades* (la LOU) y la "*Llei d'Universitats de Catalunya*" de 12 de febrero de 2003 (la LUC) para su desarrollo en Catalunya.

Este capítulo pretende situar la evolución del área de Ingeniería Gráfica analizando las primeras leyes de universidades, la LRU, la aparición de los Departamentos como elementos organizativos del saber, la transferencia de competencias desde la Administración del Estado a las Comunidades Autónomas, etc... Con la certeza que no se puede desglosar la evolución del área de la evolución del conjunto de la universidad española.

La academia platónica

En el 387 a. de JC. Platón funda una escuela de pensamiento dedicada al héroe *Akados*. La academia platónica no pretendía formar profesionales de ningún tipo, sino educar a los futuros gobernantes de las polis griegas. A pesar que muchas veces se cita la academia platónica como el origen de nuestra universidad esto es solo una verdad a medias. Es cierto que el deseo de conocimiento y descubrimiento de la actual universidad procede de la antigua Grecia, pero completado con la formación científica, técnica y profesional actual.

La academia platónica tendrá más de 800 años de vida dedicada al goce del saber hasta que el emperador Justiniano ordena cerrarla en el año 529, iniciando una oscura época para el conocimiento hasta la aparición de las primera universidades medievales.

El origen de la universidad

Desde el siglo XI se forman en Europa centros de estudios en monasterios y catedrales que tratan sobre la reforma de la Iglesia y la formación cultural de los religiosos. Estas escuelas monacales se acaban desarrollando de forma más ambiciosa en las *universitas magistrorum et scholarium*, estructurando una enseñanza en latín basada en los grados de bachiller, licenciado, maestro y doctor. "*Tanto la irrupción del racionalismo aristotélico como el temor del Papado a la expansión de las nuevas herejías, así como el deseo de la Iglesia de mantener bajo control la enseñanza, propician la fundación de las Universidades: centros culturales*

*sometidos a la disciplina de la Santa Sede y dirigidos por las ordenes mendicantes*⁵¹

La palabra Universidad procede del latín *universitas*, término jurídico que significa corporación social de cualquier tipo. Hoy en día el término sólo se usa en la acepción de las *universitates litterariae* constituidas por maestros y escolares desde finales del siglo XII en Europa. En el París de 1264 aparece por primera vez el término *universidad*. Desde Europa las Universidades se expandieron por el mundo “occidental”, primero por la América española y después Norteamérica. En 1538 una bula papal funda la Universidad de Santo Domingo. En 1551 Carlos V firma las cédulas reales para la constitución de las universidades de México y Lima. Harvard es fundada en 1636.

La esencia de la universidad

Para el profesor Rodrigo Fernández-Carvajal existen cinco puntos fundamentales en la esencia de la universidad actual que datan de los orígenes de las universidades europeas de finales del siglo XII y son de plena vigencia aún hoy. Estos cinco puntos los podemos enunciar en los siguientes cuatro preceptos.

La universidad: institución dedicada a captar y transmitir la verdad del ser

En los orígenes de las universidades sólo existían las facultades de Teología, Derecho y Medicina, que impartían los conocimientos para ejercer las “profesiones mayores” de la Edad Media: Clérigo, Abogado o Médico. Pero por encima de estos conocimientos específicos sobresalía el espontáneo deseo de saber y conocer la verdad, una cierta actitud académica que les unía al origen clásico de Platón. A medida que se van sumando mas Facultades y Escuelas Técnicas a la Universidad mantienen esa actitud académica conjunta con los estudios técnico-profesionales.

Estas premisas son de plena actualidad hoy en día, como podemos leer en el Documento-Marco “La integración del sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior” del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de febrero de 2003: *“la formación científica, humanística, artística y técnica adquiere una relevancia social fundamental no solo como soporte del itinerario del aprendizaje para la actividad profesional, sino también como fundamento para el proceso de construcción de una comunidad europea de ciudadanos”*. Los conocimientos que imparte la universidad no son sólo técnicos, sino que pretende

51 “Atlas Histórico Mundial”. Hermann Kinder. Ediciones Istmo. 10ª edición. Madrid 1980. pag 187. ISBN 84-7090-005-6

introducir el deseo del saber y del conocer la verdad. El deseo del aprendizaje y de la investigación.

Studium Generale

Los orígenes de la universidad se sitúan entre el cabildo catedralicio y la sociedad civil. Puesto que la cristiandad es universal, los *studia* también tienen que ser generales, en el sentido de estar abiertos a docentes y estudiantes de cualquier procedencia. La lengua franca es el latín⁵², lengua viva de uso docente para toda la comunidad científica. *La endogamia o política de puertas cerradas atenta mortalmente contra la idea misma de Universidad*⁵³. Esta cita es igualmente cierta para las universidades de principios del siglo XIII que para las de principio del XXI. Si se cierra el paso al merito y a la experiencia el fracaso está servido.

No sólo es necesario movimiento de docentes, sino que también es preciso que los estudiantes conozcan otras universidades de su ámbito geográfico para generalizar el conocimiento.⁵⁴

Las universidades se organizan corporativamente

Las universidades adoptan los moldes gremiales propios de la Edad Media para conseguir privilegios que aseguren su autonomía de los poderes políticos de la época. El primero, el de conceder el título para enseñar pasando por encima de la autoridad del canciller y/o obispo. El segundo el del autogobierno, bajo el manto del Papa o el Emperador, únicos autorizados para dar licencia para impartir conocimiento en cualquier parte de la Cristiandad. Las universidades devienen organismos autónomos de la "política" del momento, y sólo así pueden desarrollarse plenamente para cumplir los objetivos que se han marcado.

Esta autonomía universitaria es uno de los rasgos más reconocidos y apreciados desde la época medieval hasta nuestros días: *"las Universidades son las instituciones más antiguas de Europa. (...)La autonomía (de las universidades) es medieval"*⁵⁵

52 el quartier latin de Paris recibe este nombre debido a ser el antiguo barrio de los estudiantes parisinos.

53 RETORNO DE LA UNIVERSIDAD A SU ESENCIA. Rodrigo Fernández-Carvajal. Secretariado de Publicaciones. Universidad de Murcia. 1994. pág 50. ISBN-84-7684-493-X

54 la UE fomenta este movimiento con programas como el ERASMUS y el SOCRATES, que han conseguido desplazar aproximadamente a un 1% de la masa estudiantil en el quinquenio 1995-2000

55 "LA UNIVERSIDAD, AL FINAL DEL MILENIO". Josep M^a Bricall Masip. Ponencia presentada en la Conferencia "Los objetivos de la Universidad ante el nuevo siglo". Universidad de Salamanca, noviembre 1997. www.crue.org

La convivencia en las universidades

Los *hospitia* son el germen de los futuros *collegia*. Como en los colegios convivían alumnos y profesores de diferentes partes de la cristiandad, se convierten en pequeñas ciudades que funcionan como hogares de formación general. En Inglaterra los Colegios absorben a las Universidades⁵⁶, mientras que en la Europa continental, las Universidades absorben a los Colegios. Las universidades no pueden ser sólo meras expendedoras de conocimiento, sino que es necesario la existencia de una vida universitaria, que debe estar compuesta por todos sus actores.

La convivencia en nuestras actuales universidades no se puede basar en el acercamiento físico de estudiantes y docentes en Colegios Mayores y similares, sino en crear espacios virtuales de conocimiento merced a la aplicación de las TIC.

De las históricas universidades a los departamentos

Antiguamente las Escuelas Profesionales eran solo células dentro de una gran Universidad. En la segunda mitad del siglo XIX se produjo la división entre la *Facultad de Filosofía y Letras* y la *de Ciencias*. Pero esta división era poco drástica porque existía un *Preparatorio* que establecía un cierto solapamiento entre las Facultades, de tal modo que los estudiantes cursaban no sólo las asignaturas de su carrera sino que estaban obligados a asistir a algunas de las demás. El artículo 124 del Estatuto de la Universidad de Madrid de 1918 así lo explica: *“para reforzar los lazos que han de fundir los conocimientos de las Facultades en un saber universal, el estudiante, de cualquier Facultad que sea, estará obligado a cursar, en uno o varios de los períodos de estudio, durante su carrera, dos enseñanzas, por lo menos, libremente elegidas por él, de las Facultades de Filosofía y Letras y de Ciencias, cuyos alumnos tendrán la misma obligación respecto a les demás Facultades”*. Cuando las diferentes Facultades estaban juntas físicamente en los viejos caserones eclesiásticos vaciados por la desamortización, los estudiantes convivían codo con codo en los mismo edificios y podían entrar en el aula de al lado a asistir a clases de filosofía y después a ciencias. Pero esto sólo fue posible mientras existió una cierta idea universal de conocimiento universitario. Hasta ese momento la Universidad tenía un contenido propio como un todo, que se deslizó hacia las nuevas Facultades a partir de la desaparición del Preparatorio a principio de los años 50. Este hecho se volvió a repetir desde los años 70 y sobre todo desde 1983, migrando la función universitaria desde las Facultades y Escuelas a los Departamentos.

⁵⁶ que pasan a ser confederaciones de ellos.

La disgregación del saber

La génesis del conocimiento universitario cada vez se está desmenuzando más, desde grandes unidades docentes a más pequeñas. El conocimiento universal está desapareciendo, las Escuelas se están convirtiendo en elementos de coordinación en materia financiera, de infraestructuras, editorial, laboral, etc... pero perdiendo este carácter universitario universal. Así lo describe el profesor Rodrigo Fernández-Carvajal: *“la Universidad y las Facultades han venido a reducirse a servicios administrativos, útiles sin duda (...) pero ajenos a la vida propiamente académica. Y la cosa irá a más: lo más seguro es que nuestros Departamentos sean víctimas del mismo destino. Pasará entonces la sabiduría cultural a las llamadas “áreas”, integradas ahora en magnífico ciempiés dentro de unos departamentos generalmente heteróclitos”*⁵⁷. La aplicación de las TIC a la enseñanza universitaria acrecentará este proceso disgregador *“El resultado final de las tecnologías distribuidas será la creación, dentro de una institución mayor, de unidades docentes y administrativas relativamente pequeñas, autónomas, integradas y autosuficientes”*⁵⁸. La función de la universidad en este entorno desmenuzador es aún más importante, puesto que a sus tareas administrativas, se suma el procurar que la disgregación de conocimientos no nos aleje de la visión global imprescindible de cualquier universitario.

La masificación de los años 70 y 80

El 4 de agosto de 1970, se aprobó la Ley General de Educación y de Financiación de la Reforma Educativa. Esta Ley abarcaba todo el sistema educativo, desde la enseñanza básica hasta la enseñanza universitaria. La Ley establecía que las universidades dispondrían de autonomía y determinarían ellas mismas sus procedimientos de control y de verificación de conocimientos, su sistema de enseñanza y su régimen de docencia y de investigación. Según esta misma Ley, las universidades, asumirían, también, la gestión y la administración de sus centros y de sus servicios. La Ley preveía, también, la incorporación de las escuelas universitarias de Ingeniería Técnica y de Arquitectura Técnica a la estructura universitaria.

En los años 70 la universidad española fue dejando de ser un reducto de la sociedad privilegiada. Todos los españoles comprendieron que la única vía de progreso personal estaba en el aprendizaje y empezaron a mandar a sus hijos a la universidad. Este flujo se acrecentó en los años 80 a raíz de una cierta

⁵⁷ RETORNO DE LA UNIVERSIDAD A SU ESENCIA. Rodrigo Fernández-Carvajal. Secretariado de Publicaciones . Universidad de Murcia. 1994. pág 88. ISBN-84-7684-493-X

⁵⁸ “COMO GESTIONAR EL CAMBIO TECNOLÓGICO. Estrategias para los responsables de centros universitarios.” A.W. Bates. Pág 23. Ediuoc. Gedisa Editorial. Barcelona 2001. ISBN 84-8429-400-5

recuperación económica y de la política de los socialistas españoles⁵⁹ en la “popularización” de la universidad. Este fenómeno junto con la llegada del baby-boom a las edades universitarias llevó aparejado una masificación de la enseñanza universitaria, difícilmente compatible con la calidad requerida. A pesar que a partir de la segunda mitad de los años 80 se incrementaron las plazas universitarias, primero en ampliaciones de facultades y escuelas existentes, y después con la creación de nuevas facultades, existió una grave masificación, donde se primaba más la cantidad que la calidad de los alumnos.

Además hay que destacar que este boom universitario se produjo sobre todo en carreras de ciclo largo (superiores) y en carreras no técnicas, dando lugar al fenómeno masificador. La tabla de la ilustración 3 nos muestra el incremento porcentual de estudiantes universitarios españoles en el quinquenio 1981-1986⁶⁰

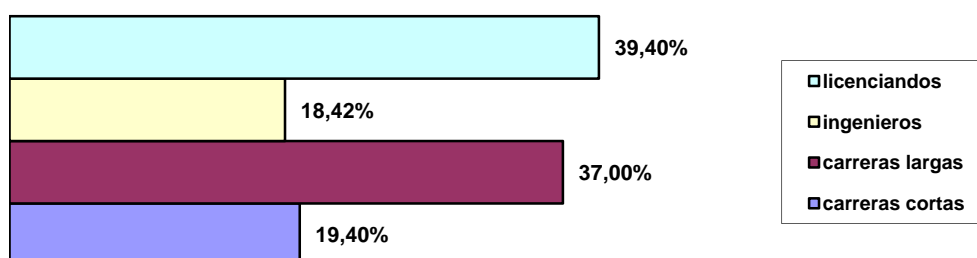


Ilustración 4. Incremento de estudiantes universitarios 1981-1986

La ley de reforma universitaria

El 25 de agosto de 1983 se aprobó la Ley de Reforma Universitaria (LRU). La LRU nació de un doble imperativo. Por un lado el imperativo funcional, había que sustituir a la Ley General de Educación que hacía aguas por todas partes. El crecimiento de la Universidad española en los años 70 hizo estallar unas estructuras demasiado rígidas. Y el otro imperativo, el constitucional. La Constitución Española contiene algunos artículos que tienen que ver con la organización de nuestras Universidades: el artículo 20.1 C establece la libertad de cátedra, el artículo 27 está todo dedicado a la educación, con un apartado específico, el 10, donde se establece

⁵⁹ en 1982 Felipe González consiguió mayoría absoluta en las Elecciones Generales a las Cortes Españolas.

⁶⁰ EL STOCK DE TITULADOS UNIVERSITARIOS Y SU RELACION CON EL MERCADO DE TRABAJO. 1976-86. Ministerio de Educación y Ciencia. Consejo de Universidades. Consejería General. 1989.ISBAN 84600-7236-3. página 135.

que la autonomía universitaria se regulará por sus propias leyes. Había también que organizar de forma distinta la distribución de poderes, en lo que a política universitaria se refiere. Una distribución que, después de la Constitución, exigía un reparto de las competencias entre Estado y Comunidades Autónomas, estas últimas responsables en materia de educación, de acuerdo con sus Estatutos y el Estado con competencias residuales (aunque no poco importantes) establecidas en los artículos 54, 149.1, 18 y 30 de la Constitución Española.

Además de las competencias de las autonomías la LRU introdujo competencias propias de las universidades, al introducir una cierta autonomía universitaria respecto a las administraciones públicas (estado y autonomías).

La Ley de Reforma Universitaria es heredera del pacto constitucional. Es una ley que desarrolla el pacto al que llegaron los partidos políticos en la redacción de la Constitución Española. Es la primera ley en España que reconoce con carácter general la creación de Universidades privadas, casi 100 años después de la promulgación de la primera normativa universitaria española. Es una ley que deriva de un pacto constitucional, que se mantiene y que se configura en torno a valores consensuados. Es una transacción jurídica-política en la medida en que hace una distribución competencial diversificada y equilibrada.

La LRU intentó conciliar las competencias educativas del Estado con las de las Comunidades Autónomas, conciliar la autonomía universitaria con los intereses sociales, coordinar la prestación por las Universidades de un servicio público con la libertad de creación de las Universidades privadas ó conciliar la libertad académica con el control necesario de las titulaciones, que corresponde al Estado. A todos estos equilibrios intentó responder la LRU, tratando de encontrar una solución integradora y equilibrada.

Es una ley que pretendió reformar la estructura de la Universidad. El 80% de los artículos están dedicados a restablecer la arquitectura institucional en el seno de la Universidad y muy pocos a lo que son propiamente las funciones de la Universidad, al estudio y la investigación. Hay ocho artículos en toda la ley, y algunas referencias indirectas a la investigación, a lo largo de todo el articulado lo que, sin duda, es fruto de una determinada estrategia del Gobierno socialista que la aprobó. "La LRU es una ley para la reforma de la Universidad no de reforma universitaria, es una ley que confía en el cambio de estructuras de la Universidad como fuente y origen de una reforma en su funcionamiento, es decir, en la docencia y la investigación que realiza"⁶¹.

⁶¹ "LRU. UNIVERSIDAD Y PODERES PÚBLICOS". Alfredo Pérez Rubalcaba. Ponencia presentada en la Conferencia "Los objetivos de la Universidad ante el nuevo siglo". Universidad de Salamanca, noviembre 1997.

Transferencia a las comunidades autónomas

A mediados de los años 80 se inició un proceso de transferencia de competencias desde el estado central español hacia las florecientes autonomías. Las universidades también fueron transferidas poco a poco. El 19 de diciembre de 1984, el Parlamento de Cataluña aprobó la Ley de Coordinación Universitaria y de Creación de Consejos Sociales. La Ley 11/1989 de 20 de julio, de Ordenación del Sistema Universitario de Galicia, supuso la transferencia de las universidades gallegas. Poco a poco, todas las comunidades autónomas fueron promulgando leyes de ordenación de sus sistemas universitarios.

Con la transferencia a las comunidades autónomas se cierra el capítulo de la masificación de los años 80. Continuará existiendo una gran demanda de formación universitaria en toda España, pero los gobiernos autonómicos invertirán cada vez mayores cantidades de dinero para crear nuevas facultades, escuelas e incluso nuevas universidades de base no solo autonómica sino provincial y local, permitiendo una de las más altas tasas de escolarización universitaria de los países europeos.

En diciembre de 1994 se constituye la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), que se define como una Asociación sin ánimo de lucro de ámbito estatal, formada por las Universidades públicas y privadas españolas que se asocian a tenor de la Ley 191/64, de 24 de diciembre, y normas complementarias del Decreto 1440/65, de 20 de mayo.

La CRUE, tal y como refleja el Preámbulo de sus Estatutos, dentro del máximo respeto a la autonomía universitaria y en el marco de los principios emanados de la Constitución Española y de los contenidos en la Carta Magna de la Universidad, promueve la reflexión sobre las finalidades y problemas universitarios, orientando sus planteamientos con criterios que van más allá de los intereses de sectores o grupos particulares. La CRUE pretende ser un cauce ágil, efectivo y representativo de las Instituciones españolas que facilite la cooperación mutua y con otras Conferencias de Rectores europeas. Los fines vienen reflejados en el artículo 3 de los Estatutos:

- Promover cuantas funciones y actividades afectan a la promoción, gestión y desarrollo de la Educación Superior y la Investigación Universitaria.
- Fomentar en esos ámbitos la cooperación de las Universidades españolas entre sí y con instituciones análogas extranjeras.
- Intercambiar información, promover estudios, informes y recomendaciones que redunden en una mayor y más eficaz cooperación con las Administraciones públicas.
- Otros de naturaleza análoga.

El futuro europeo de la universidad española

Las primeras intervenciones de la UE para fomentar la “europeización” de la universidad europea, fueron los programas ERASMUS (1989-1994) y SOCRATES/ERASMUS (1995-2006) para fomentar la movilidad de los estudiantes (97.041 en el curso 1999-2000) y profesores (9.837 en 1999-2000). Fueron los primeros en indicar la necesidad de cohesionar la estructura académica europea, demasiado fragmentada e inconexa hasta el momento. “*Estos programas generaron la necesidad de encontrar un sistema adecuado de equivalencias y reconocimiento de estudios. De aquí se creó el Sistema Europeo de Transferencia de Créditos o ECTS*”⁶². SÓCRATES y ERASMUS son el germen de los ECTS, pero también del programa TUNING (para la armonización de las estructuras educativas europeas) y la red ENQA (para difundir experiencias, buenas prácticas y sistemas de evaluación y garantía de la calidad).

Pero todos estos programas europeos (junto con alguno más como por ejemplo el LEONARDO) no pueden romper la inercia de sistemas universitarios enclaustrados, donde la movilidad de los estudiantes apenas llega al 1%. Por este motivo en 1998, en París, se presentó la *Declaración de la Sorbona*, firmada por cuatro ministros de educación europeos (Francia, Italia, Alemania y Reino Unido). Esta declaración significó el compromiso decidido de impulsar la creación de un nuevo *Espacio Europeo para la Educación Superior*, a la vez que constituía un llamamiento a las otras naciones europeas para confluir en los objetivos contenidos en la declaración.

La declaración de Bolonia

El 19 de junio de 1999, en Bolonia, expertos universitarios de 29 países europeos sentaron las bases de la futura universidad europea, que fue firmada posteriormente por los 29 ministros de sus respectivos países, entre ellos España. En la *declaración de Bolonia*, los estados firmantes se comprometieron a coordinar sus políticas universitarias para conseguir en el plazo más corto posible (siempre antes de 2010) los siguientes objetivos:

- Adoptar un sistema de titulaciones fácilmente comprensibles y comparables, para facilitar la integración de los ciudadanos europeos al mercado de trabajo y, además, para mejorar la competitividad internacional de los sistemas educativos superiores europeos mediante la introducción del *Suplemento Europeo al Título*, entre otros estímulos.
- Establecer un sistema de titulaciones basado en dos niveles principales. La titulación del primer nivel, el grado, de una duración mínima de 3 años, sería pertinente para el mercado europeo de trabajo, ofreciendo el nivel de

⁶² HACIA UN ESPACIO EUROPEO DE ENSEÑANZA SUPERIOR. Documento CRUE nº25. www.crue.org

titulación apropiada. El segundo nivel, que requerirá haber superado el primero, ha de conducir a titulaciones de postgrado, tipo máster y/o doctorado.

- Adoptar un sistema común de créditos, los ECTS (European Credit Transfer System) para fomentar la comparabilidad de los estudios y promover la movilidad de estudiantes y titulados. Los ECTS no miden la duración temporal de las clases impartidas por el profesor, sino que valoran el volumen total de trabajo del estudiante.⁶³
- Promover la movilidad con especial atención al acceso a los estudios de otras universidades europeas, y a las diferentes oportunidades de formación y servicios relacionados.
- Impulsar la cooperación interna europea para garantizar la calidad de las universidades del viejo continente.
- Ayudar a promover la dimensión europea de la educación superior, mediante el desarrollo curricular, la cooperación institucional, esquemas de movilidad y programas integrados de estudios, de formación y de investigación.

La *declaración de Bolonia* fue completada posteriormente en la República Checa en el año 2001. En el *Comunicado de Praga* se introducen algunas líneas adicionales:

- El aprendizaje a lo largo de la vida, como elemento esencial para conseguir una mayor competitividad europea y para mejorar la cohesión social, la igualdad de oportunidades y la calidad de vida.
- El rol activo de las universidades, de las instituciones de educación superior y de los estudiantes en el desarrollo del proceso de convergencia.
- La promoción del *Espacio Europeo de Educación Superior* mediante el desarrollo de sistemas de garantía de claridad y de mecanismos de certificación y acreditación.

El espacio europeo del conocimiento

El “*Informe sobre las universidades y la enseñanza superior en el espacio europeo del conocimiento*” de 24 de mayo de 2002 de la Comisión de Cultura, Juventud, Educación, Medios de Comunicación y Deporte del Parlamento Europeo, plantea la necesidad de articular una política institucional para favorecer un Espacio Europeo de Educación Superior, abordando a las universidades como instituciones públicas y no solo con programas sectoriales para favorecer el trabajo docente y/o la movilidad de los estudiantes y profesores.

⁶³ Esta valoración incluye las clases presenciales (teoría, problemas y laboratorios) y las no presenciales, incluido el tiempo dedicado al estudio y a la preparación de las pruebas de evaluación.

Este Informe manifiesta la necesidad de:

- Elaborar un Libro Verde sobre el espacio europeo de enseñanza superior en el que se considere con un enfoque integral el estado actual de la universidad como institución pública al servicio del ciudadano europeo.
- Creación de una sede de las universidades europeas, con representación de los estados de la UE, el Parlamento Europeo, la Asociación Europea de Universidades (EUA)
- Fundación de una universidad europea de la cultura, consagrada a las disciplinas artísticas, literarias y filosóficas, y las ciencias de la comunicación.

La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior

La ley Orgánica 6/2001 de Universidades (LOU) de 21 de diciembre de 2001 prevé que el gobierno introduzca las reformas necesarias para la convergencia hacia el *Espacio Europeo de Educación Superior*. En febrero de 2003, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte publicó el Documento-Marco "*La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior*" en el que el gobierno español anuncia las siguientes medidas para la aproximación europea:

- Dar a conocer el proyecto de normativa jurídica para la cual se establece el crédito europeo como unidad de medida académica.
- El primer nivel, el de grado, dará lugar a las titulaciones de licenciado, ingeniero o arquitecto.
- Someter a consulta dos propuestas alternativas para conseguir el grado: Será necesario haber obtenido en los estudios correspondientes: a) 240 créditos ECTS; b) entre 180 y 240 créditos ECTS ⁶⁴
- Dar a conocer el proyecto de normativa jurídica de carácter general que definirá y regulará las nuevas modalidades cíclicas de las enseñanzas oficiales.
- Presentar el proyecto de RD. sobre los estudios de postgrado.
- Dar a conocer el proyecto de RD. sobre el Suplemento Europeo al Título.

En este Documento-Marco se llega a la conclusión que es imprescindible la incorporación de las TIC en el sistema universitario español para poder integrarnos adecuadamente al nuevo Espacio Europeo de Enseñanza Superior, con las siguientes recomendaciones:

- Es esencial incorporar las TIC a los cursos de postgrado (como mínimo)
- Es imprescindible desarrollar oferta universitaria semipresencial y no presencial

⁶⁴ Abril 2003: las titulaciones de grado del área de la INGENIERÍA INDUSTRIAL, serán de 240 créditos ECTS, es decir, estudios de 4 años.

- El funcionamiento de los cursos aconsejará el desarrollo de la oferta no presencial
- Propiciar el cambio conceptual en los docentes en una enseñanza más centrada en el alumno
- Es aconsejable la formación de unidades técnicas centrales de ayuda al profesorado
- Tiene que existir un núcleo de apoyo formado por pedagogos y técnicos para la estructuración de los materiales docentes
- Es más aconsejable crear cursos nuevos que remodelar los antiguos diseñados de manera tradicional
- En determinadas condiciones hay que ofertar cursos de formación al profesorado
- Hay que fijar estándares mínimos de calidad para los cursos no presenciales
- Es necesario evaluar los cursos no presenciales en igual o mayor medida que los presenciales

El Suplemento Europeo al Título

El Suplemento Europeo al Título es una iniciativa europea como elemento de transparencia en el Espacio de Enseñanza Superior Europeo. Esta auspiciado no sólo por la UE, sino por todo el Consejo de Europa, la Asociación Europea de Universidades, y por otros organismos no sólo europeos sino internacionales como la UNESCO. El objetivo fundamental del Suplemento Europeo al Título es hacer comprensibles y comparables los títulos universitarios en Europa por medio de una información académica y profesional relevante para la sociedad, la universidad y las organizaciones que contraten a los nuevos titulados europeos.

El Suplemento Europeo al Título es un modelos de información unificado (y a la vez personalizado) para el titulado universitario, sobre los estudios cursados, su contexto nacional y las competencias y capacidades profesionales adquiridas. Será un documento fácilmente comprensible, y pretende estar abierto para incorporar el necesario aprendizaje a lo largo de toda la vida, acreditando los conocimientos adquiridos por cada persona en diferentes instituciones europeas de educación superior.

En España el Suplemento Europeo al Título se implanta en dos etapas: una primera de forma transitoria, y una segunda definitiva cuando se desarrollen las nuevas titulaciones. Algunas instituciones empezaron a aplicarlo de forma experimental (por ejemplo el ICE de la UPC incorporando el Suplemento en sus Acreditaciones, aunque sea de forma testimonial).

La ingeniería industrial en España

En este capítulo se expone una imagen de cómo se imparte la ingeniería industrial en España. Cuantas escuelas de ingeniería industrial existen, donde están situadas, a que tipos de universidades pertenecen, etc. son elementos a tener en cuenta en nuestro estudio, puesto que el marco socio-económico de nuestras escuelas es determinante para el éxito o fracaso en la aplicación de las TIC a su docencia.

Todos los datos numéricos-estadísticos de este capítulo y el siguiente son fruto de la investigación llevada a cabo durante el curso 2001-02, a través de los portales de todas las universidades españolas, a excepción de los reseñados específicamente.

La universidad española

Hasta la aprobación de la Ley de Reforma Universitario el 25 de agosto de 1983 no existían en España las universidades privadas. Podían existir facultades de propiedad privada (o católicas) pero siempre tenían que figurar adscritas a alguna universidad pública, si pretendían impartir títulos reconocidos. La LRU permitió la aparición de estas universidades privadas que se comportan de manera diferente en cuanto al número de alumnos, relación con las empresas, contactos internacionales, etc... A pesar de tener un mismo marco normativo las instituciones privadas se comportan de diferente manera respecto a sus alumnos, y el "peaje" de entrada no es ajeno a ello. El precio de un curso en una universidad privada española bien puede ser 10 veces del de una pública (a pesar de las becas y ayudas que casi todas las universidades privadas tienen concertadas con importantes entidades financieras).

En 1973 se fundó la Universidad Nacional a Distancia (UNED) para permitir un acceso universal de todos los españoles a la enseñanza universitaria, independientemente de lugar de residencia y del tiempo que pudiesen disponer para ello. Con la UNED no existía excusa para nadie, habían desaparecido las barreras espacio-tiempo, y teóricamente se democratizaba el acceso universitario. Fue la primera universidad no presencial española, basada en la tecnología hábil en el momento. A principios de la década de los 90 apareció la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), segunda y hasta el momento única universidad no presencial española. A pesar de la existencia de muchos proyectos de carácter no presencial (o también semi-presencial), no se han llevado a cabo más entidades completamente no presenciales.

Hasta julio 2002 existían en España 66 universidades; 45 públicas (68% del total), 10 privadas (15%), a las que se pueden sumar 7 de confesionales (15%), 2 universidades internacionales (o "de verano", que solo imparten cursos de verano) (3%) y 2 de carácter no presencial (3%), una privada y una pública.

Así, si analizamos el número de universidades respecto al binomio privada/pública, y al tipo de estudio que realizan, presencial o no presencial podemos descubrir los siguientes porcentajes:

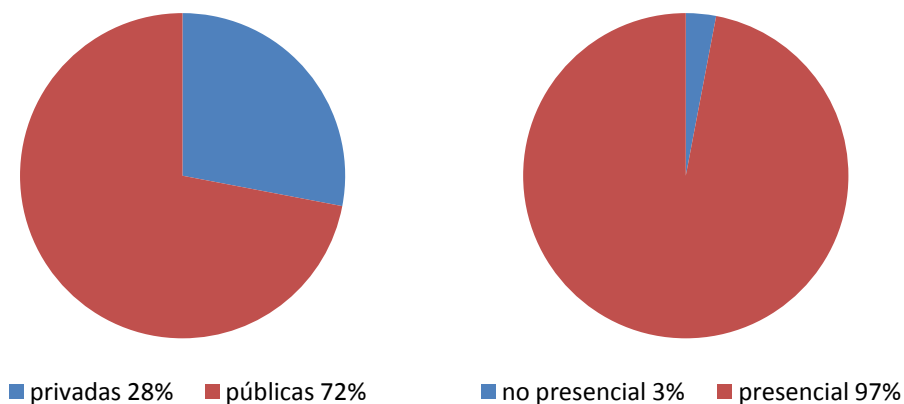


Ilustración 5. Universidad pública/privada

Ilustración 6. Presencialidad universitaria.

Pero si analizamos estos mismos datos no respecto al número de universidades si no respecto al número de estudiantes obtendremos unos resultados claramente diferentes:

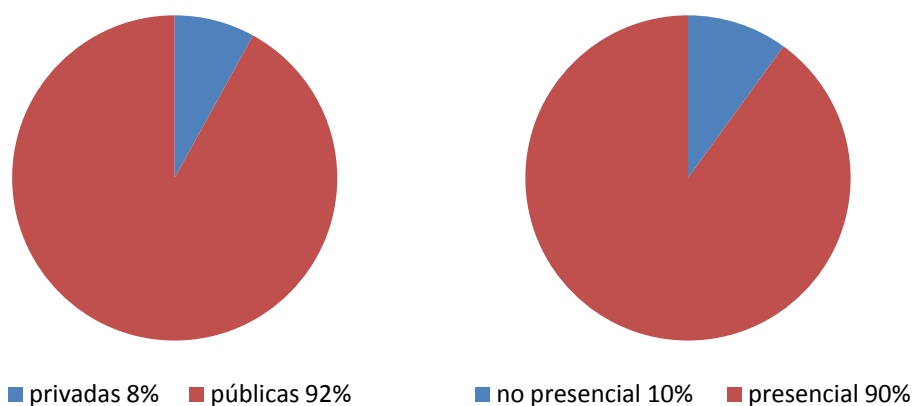


Ilustración 7. Universidad pública/privada (por nº estudiantes)

Ilustración 8. Presencialidad universitaria (por nº estudiantes)

A pesar de que las universidades privadas representan el 28% del total español, sólo ofrecen docencia al 8% de los estudiantes (un total de 117.197). Por el contrario, en las dos únicas universidades de carácter no presencial, que representan un 3% de las instituciones, estudian el 10% del total de los universitarios españoles (gracias sobre todo a la UNED, que con sus 133.591 estudiantes, es la de más alumnos matriculados).

O sea, podemos concluir que la universidad española es básicamente una universidad pública de carácter marcadamente presencial. En los siguientes

capítulos se citan experiencias de estudios semipresenciales e incluso completamente virtuales en las universidades presenciales actuales pero su aplicación es aún hoy en día relativamente testimonial⁶⁵. Las universidades privadas son reducidas en número, pero aunque se prevé que aumenten en el próximo quinquenio (a diferencia de las públicas) seguirán teniendo un bajo porcentaje de alumnos. Podemos intuir que en un futuro bastante próximo (en algunas escuelas esto ya se puede estar produciendo) existirá una feroz competencia para captar a los estudiantes, que pasaran a ser vistos como clientes potenciales de unos servicios universitarios que tendrán que adaptarse a las nuevas circunstancias si quieren sobrevivir. Las instituciones no presenciales partirán de la ventaja de tener unos costes más ajustados por el número de estudiantes, y además podrán adaptarse mejor a un tipo de estudiante diferente al tradicional que dedicaba unos años de su vida sólo a formarse. El nuevo estudiante del siglo XXI es una persona que está en permanente proceso de aprendizaje durante toda su vida, que compagina trabajo y estudios, y que demandará cada vez con mas insistencia estudios no presenciales.

Las escuelas de ingeniería industrial

Origen catalán

Josep M^a de la Poza i Lleida considera probado que el origen de la carrera de ingeniero industrial en España procede de la “Il·lustre Junta de Comerç de Barcelona” que fundó en nuestra ciudad las enseñanzas técnicas de aplicación a la industria en el siglo XIII por privilegio del rey Jaume I. A medida que avanza la Edad Media, las ciudades toman más protagonismo y los burgueses engendran el nacimiento de un nuevo comercio. Cuando la burguesía se aproxima a la cultura (antes patrimonio exclusivo de los eclesiásticos) se presenta un nuevo hombre práctico que debe su desarrollo al propio esfuerzo, antítesis del Santo y el Héroe, figuras de la clerecía y la aristocracia. El imperio mediterráneo catalán de la edad media desparramó por todo el mediterráneo occidental estas escuelas dedicadas a los estudios técnicos, especialmente en los territorios de la Corona de Aragón: Valencia y el Reino de Mallorca.

Los cambios producidos por la guerra de Sucesión, con la derrota en 1714 de Barcelona a las tropas de Felipe V truncan este desarrollo incipiente de la vida cultural y técnica catalana. El “Decreto de Nueva Planta” de las potencias vencedoras obligará a cerrar todos los centros de enseñanza catalanes y creará una nueva universidad en Cervera, bajo el dominio del rey borbón.

En 1735 la “Il·lustre Junta de Comerç de Barcelona” es reformada y enriquecida con donaciones y privilegios para reactivar la economía catalana. Hasta

⁶⁵ Este hecho puede cambiar si se generalizan los créditos y las actividades no presenciales en la mayoría de las asignaturas, como se pretende en algunas instituciones universitarias.

principios del siglo XIX llevará a cabo una política de protección y impulso a la industria, con la fundación por todo el territorio de los “Centros de Enseñanza Profesional Obrera”, cuya finalidad era la de formar a profesionales de determinadas oficios industriales y artísticos. Estos Centros son el germen de las actuales escuelas de ingeniería industriales.

La “Il·lustre Corporació de Barcelona” se instalará primero en el antiguo convento de “Sant Sebastià”, de ahí a la “ La Llotja”, después en los sótanos de la “Universitat Central de Barcelona” y finalmente, a principios de siglo XX, a la antigua fábrica “Can Batlló”, que es ampliamente reformada y rebautizada como “Universitat Industrial”⁶⁶. Hasta 1850 las enseñanzas técnicas e industriales se producían sin ninguna tutela estatal, confiadas exclusivamente a la iniciativa de la sociedad que coordinaba las necesidades de la producción con los avances pedagógicos. Por esa razón, en esta época sólo existen escuelas de ingeniería industrial en las zonas desarrolladas industrialmente.

Inicio de los estudios “reglados” de Ingeniería Técnica e Industrial en España

El mes de agosto de 1824 se funda en Madrid el “Real Conservatorio de las Artes”, base oficial de las enseñanzas de mecánica, física, química y delineación, hasta 1850. En 1845 el Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, publica un Plan de Estudios, que ni tan siquiera mencionaba a los estudios de base industrial. Ante esta enorme laguna, la “Il·lustre Corporació de Barcelona”, junto con otros organismos, evidenció esta falta y pidió al gobierno que fuera corregida, cosa que no sucedió hasta el Real Decreto de 1850.

El Real Decreto de 4 de septiembre de 1850 fija los motivos del porque de la organización de los estudios de Ingeniería Técnica e Industrial en España: *“Ocupado el gobierno, desde hace algunos años, en la organización general de la instrucción pública, para poner en armonía con las necesidades del nuevo siglo, no podía olvidar unos de los ramos más interesantes y el que más influencia puede ejercer en la prosperidad y riqueza de nuestra patria. No era suficiente con dar impulso a la enseñanza clásica y mejorar los estudios literarios o científicos. Para completar la obra era preciso, entre otros establecimientos importantes, crear escuelas donde los que se dedican a las carreras industriales puedan encontrar toda la instrucción que han de necesitar para destacar en las artes o llegar a ser químicos perfectos, o hábiles mecánicos. De esta manera se abrirán nuevos caminos a la juventud deseosa de enseñanzas, (...) se dedicarán a la ciencia de aplicación a propósito de profesiones para las que hay que buscar en las naciones*

⁶⁶ Actualmente aún es conocida popularmente como “Universitat Industrial”, y siguen impartándose las enseñanzas técnicas industriales, puesto que en ella está ubicada la EUETIB. En los años 70 la UPB (posteriormente UPC) se expandió a la Zona Universitaria, trasladando a un edificio de nuevo cuño la nueva ETSEIB

*extranjeras personas que sepan ejercerlas con el pleno conocimiento que exigen*⁶⁷. En la declaración de intenciones del Real Decreto ofrecida a la reina Isabel II queda patente dos cosas. Primero, el gobierno del estado se da cuenta que la ingeniería industrial es imprescindible para el desarrollo de España como país moderno. Segundo, no se confía este desarrollo a la sociedad civil, como había ocurrido en Catalunya mediante los primeros establecimientos preindustriales y los pioneros “Centros de Enseñanza Profesional Obrera”.

El Real Decreto de 1850 establece las enseñanzas técnicas en tres grados: un grado superior, formado por los denominados *ingenieros de primera*, o ingenieros mecánicos y eléctricos (los actuales ingenieros industriales); un segundo grado formado por los *ingenieros de segunda* (los actuales ingenieros técnicos industriales); y un grado elemental, los *maestros industriales*. En 1856 se cambia el nombre de *ingenieros mecánicos* por el actual de *ingenieros industriales*. Y el de *ingenieros de segunda* por el de *peritos industriales*, posteriormente *ingenieros técnicos industriales*.

Existieron tres escuelas superiores para cursar la carrera de ingeniería industrial, en Barcelona (1851), Madrid (1857) y Bilbao (1897). En 1867, el Real Instituto Industrial de Madrid se extinguió, de manera que como la escuela de Bilbao no se fundó hasta 1897, Barcelona fue durante 30 años la única escuela donde se podía cursar cualquiera de los dos niveles de ingeniería industrial.

Ingenieros, técnicos y peritos

La Ley de Instrucción Pública de 1857 determinó que la carrera de ingeniero se dividiera en dos secciones: ingenieros mecánicos e ingenieros químicos. Posteriormente se añadió la sección eléctrica (tras el descubrimiento de la dinamo de Werner von Siemens). El 14 de septiembre de 1902 se aprobó el reglamento de la Escuela de Ingenieros Industriales y se implantó el plan de estudios de esta carrera.

El plan de estudios de 1902 fue vigente hasta el nuevo plan del 6 de agosto de 1907, en el que por primera vez se considera el título de ingeniero como el compendio de un conjunto de estudio teóricos, prácticos y de relación que reconocen al estudiante una formación completa para el ejercicio profesional en el campo industrial. Algunos autores defienden que es a partir de 1907 cuando realmente nacen las carreras de ingeniería industrial, no limitadas a un conjunto de conocimientos de la técnica mecánica, química y eléctrica, sino con el complemento de otros de carácter económico.

⁶⁷ “UN TOMB DE 150 ANYS D’HISTORIA. CORPORACIÓ D’ENGINYERS TECNICS INDUSTRIALS DE CATALUNYA (1850-1995)”. Pág 29. Josep M^a de la Poza i Lleida. Edita COETIC. Barcelona 1995. ISBN-b-14376-95

El plan de estudio fijó como objetivos de las escuelas de ingeniería industrial: 1-formar buenos ingenieros directores de las ramas mecánica, química y eléctrica; 2-adquirir conocimiento exacto de los inventos de mayor utilidad relacionados con estas industrias en los países extranjeros más desarrollados para poderlos implantar en España; 3-verificar ensayos y reconocimientos que requiriesen las corporaciones y los particulares; 4-promover exposiciones industriales de carácter general y específico; 5-exender certificados de aptitud de los estudios que impartían. Como podemos ver, características que aún se demandan a nuestras universidades.

El Real Decreto de 16 de diciembre de 1910 establece la enseñanza de perito textil, y la de perito manufacturero, posteriormente unificadas. El Real Decreto-Ley de 31 de octubre de 1924 establece el estatuto de Enseñanza Industrial, dependiente del ministerio del Trabajo. En el artículo 3º y 35º establece las diferencias de capacitación entre los ingenieros industriales y los peritos.

La Real Orden de 21 de enero de 1929 cambia la denominación de los Peritos Industriales por el de Técnicos Industriales, redefiniendo sus atribuciones. El decreto de julio de 1942 vuelve a cambiar las relaciones laborales entre las dos familias de la ingeniería industrial.

El Proyecto de Ley de Reforma de las enseñanzas Técnicas de 1945 promovió un interesante debate, que no llegó a fructificar después de más de 5 años de discusiones sobre los planes de estudios, las asignaturas, los años de docencia y el sempiterno problema de atribuciones profesionales entre los diferentes grados.

El Real-Decreto Ley 37/1977 de 13 de junio informa sobre las atribuciones ampliadas de los peritos industriales.

La Ley 12/1986 de 1 de abril es una de las más importantes y claras respecto a las atribuciones profesionales de arquitectos e ingenieros y entre ellos y sus grados técnicos.

Parece ser que la vieja polémica entre ingenieros industriales e ingenieros técnicos industriales a llega do a su fin, en el marco del Espacio Europeo de Enseñanza superior, que aboga por un nuevo planteamiento a nivel europeo lejos de los dos ciclos universitarios españoles clásicos.

Las escuelas de ingeniería industrial en España en el curso 2001-02

Hasta 2002-2003, del total de las 66 universidades españolas, 47 (el 71%) imparten ingeniería industrial, superior o técnica, en cualquiera de sus especialidades.

Estas 47 universidades tienen adscritas un total de 76 escuelas de ingeniería industrial, lo que representa que el número de escuelas por universidad es de 1,62. Este es un valor medio indicativo de que la mayoría de las universidades poseen

más de una escuela de ingeniería industrial, ya sea por razones geográficas (en diferentes campus) o en menor medida, separando las EUITI de las ETSII⁶⁸. Casos sobresalientes son la Politécnica de Catalunya con 8 escuelas (fruto de la combinación las dos circunstancias anteriormente explicadas) o la Euskal Herriko Unibertsitatea con 5 escuelas. Tampoco la distribución por comunidades autónomas es homogénea. Las regiones con más peso industrial, están a la cabeza de este particular ranking.

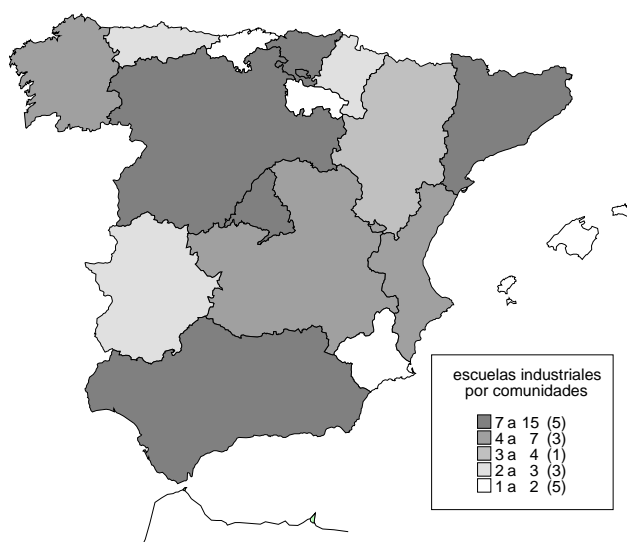


Ilustración 9. Escuelas industriales por comunidades.

Las 17 universidades privadas tienen 12 escuelas, a razón de sólo una escuela por universidad. Esto significa que las universidades privadas mantienen el mismo porcentaje (70.5%) en cuanto a estudios de ingeniería industrial, pero concentrados en un único centro universitario. Las universidades privadas, imparten docencia en ingeniería, pero la concentran en menos escuelas. De las 76 escuelas de ingeniería industrial, sólo el 16% son privadas (12), cuando el porcentaje de universidades privadas era del 26%. Esta es una primera diferencia entre públicas y privadas en la ingeniería industrial.

Otro aspecto interesante a tener en cuenta es la antigüedad de la escuela. 1945 es la antigüedad media de las escuelas de Ingeniería Industrial de España. En este dato está computado el origen de la escuela, aunque a posteriori haya existido cambio de nombre oficial, o de emplazamiento (como en el caso de la ETSI ICAI de Comillas a Madrid). Sólo se ha considerado la fecha desde que la escuela ha

⁶⁸ aunque actualmente esta separación carece claramente de sentido si nos atenemos al documento marco aprobado en febrero de 2003 sobre Integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior, del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

empezado con estudios de ingeniería industrial, no antes si la escuela tenía otros estudios de ingeniería⁶⁹

Las escuelas más antiguas son lógicamente las pertenecientes a universidades públicas, repartidas por la geografía más industrial de la última mitad de siglo XIX y principios del XX:

- ETSEI de Barcelona, 1851
- ETSII de Madrid, 1857
- EUETI de Oviedo, 1887
- ESI de Bilbao, 1897
- ETSII de Cartagena, 1901
- EUP de Vilanova, 1901
- ETSEI de Terrassa, 1902
- EUETI de Terrassa, 1902
- EUITI de Zaragoza, 1902
- EUETI de Barcelona, 1904
- ETSI ICAI Comillas, de Madrid, 1908

España, a pesar de no ser una gran potencia industrial ni pertenecer al G-7, si es un país con una cierta tradición industrial en algunas regiones. Las escuelas de ingeniería tradicionalmente han sido la locomotora de las universidades españolas. De las escuelas de ingeniería industrial han nacido otras ingenierías, telecomunicaciones, informática, etc... Regiones poco industrializadas han comprendido la necesidad de poseer una escuela de ingeniería industrial en su entorno para poder desarrollarse industrialmente, incluso antes de tener sus propias universidades, adscritas a otras instituciones foráneas. En este sentido las escuelas de ingeniería están bien asentadas en el entorno socioeconómico en la que se ubican.

⁶⁹ por ejemplo la E.U. Politècnica de Mataró, 1982, primera promoción de ingeniería industrial

Enseñanzas históricas de la Ingeniería Gráfica en España.

Este capítulo analiza la evolución histórica del área de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Planes de Estudio, carga crediticia, programas, etc... Este capítulo es imprescindible para poder comprender bien el significado de toda la investigación llevada a cabo en el siguiente apartado. Si conocemos el pasado y el presente podemos prever cómo será el futuro del área.

Enseñanzas históricas a través de la bibliografía desde 1940.

Se analiza a grandes rasgos la docencia que se ha impartido a través de libros y/o autores clásicos, considerados obras fundamentales y que por lo general marcaban claramente la docencia de la ingeniería gráfica. Para ello se han seleccionado obras representativas de diferentes años. Muy breve reseña cronológica de libros publicados.

1940, "Perspectiva Elemental"

Este libro publicado por la editorial Edelvives en Zaragoza se subtitula "*Método sencillo y práctico para dibujar con corrección*". Es una edición muy sencilla de tan solo 36 páginas y de papel de poca calidad. Es un repaso elemental de los conceptos básicos de perspectiva, pero consigue introducir al lector en las ideas básicas que le permiten seguir la resolución de los problemas propuestos. Es una edición casi de emergencia, en una época de gran escasez en España. Como dato curioso, el libro además de los dibujos "a mano" también está escrito "a mano".

1943, "Geometría Descriptiva y sus aplicaciones"

Ángel Taibo trata sobre los cuatro sistemas de representación (diédrico clásico, acotado, axonométrico y cónico), explicándolos los cuatro a la vez, cuando trata un tema explica cómo se resuelve en todos los sistemas, lo que da una visión clara de las semejanzas y diferencias entre ellos. A pesar de su pequeño tamaño abarca los aspectos fundamentales de todos los sistemas. A juicio de algunos críticos, los dibujos son un poco confusos, debido a la gran profusión de trazados sobre ellos. También se objeta la existencia de un tema dedicado a la homología y las cónicas, muy típico en los libros de esa época. En este primer tomo solo llega hasta la representación de figuras planas, posteriormente se editó un segundo donde se trataba el tema del dibujo de cuerpos. Es un libro completamente original tanto en la exposición como en sus dibujos. Editorial original Blass. Editorial actual Tebar Flores. Madrid. ISBN 84- 7360-041-X.



Ilustración 10. "Geometría Descriptiva y sus aplicaciones". Taibo.

1950, “Geometría Descriptiva aplicada al dibujo”

Obra de Leopoldo Crusat Prats y Manuel Daurella Rull. Editorial Bosch. Barcelona. Crusat, profesor de la Escuela de Ingenieros, publicó anteriormente otros libros de relación entre matemáticas y geometría: “*Apuntes de Geometría con arreglo al programa de Complemento de Algebra, Geometría y Trigonometría*” (1901), “*Curso de ampliación de matemáticas*” (1928), “*Álgebra Superior*” (1928), “*Concepto de número*” (1941), “*Aritmética general y aplicada*” (1946).

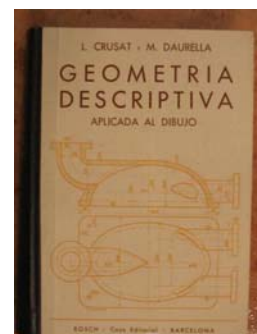


Ilustración 11. “*Geometría Descriptiva aplicada al dibujo*”. Crusat.

1956, “Manual práctico de Dibujo Técnico”

Schneider, W. Otra obra fundamental de la editorial Reverté. La historia de editorial se inicia en el Castillo de Montjuïc, habilitado durante años como cárcel para presos políticos de la guerra civil española, en la que Pedro Reverté Gil, Ingeniero Industrial y Artillero, permaneció encarcelado por un periodo de casi cuatro años. Fue durante su estancia en la prisión donde se fraguó la idea de crear una editorial de libros científicos y técnicos. La Editorial Reverté se fundó en el año 1947. Inicialmente establecida en la calle Rosellón 224, de Barcelona.

1957, “Dibujo Geométrico Acotado”

Obra de Carreras Soto, editado en Sevilla por su propia editorial: Ediciones Carreras Soto. Es una Segunda Parte que completa un primer tomo. En la portada interior de este libro se destaca “*Obra aprobada por la comisión dictaminadora de libros de texto para la segunda enseñanza. Boletín Oficial nº 202 fecha 20-7-1940. Nueva aprobación B.O. nº 21 fecha 31-5-1955*”. Como se puede comprobar este fue un libro de texto recomendado desde el Boletín Oficial del Estado, destinado sobre todo a los cursos de ingreso a la universidad fue “*especialmente recomendada para los alumnos de institutos, escuelas de comercio y de bellas artes*”. Carreras Soto publicó otras colecciones de libros para la enseñanza de lo que él llamó *Dibujo Técnico Moderno*: “Dibujo industrial”, “Dibujo de Máquinas”, “Dibujo de croquis”, “Dibujo Geométrico Industrial”, “Dibujo Geométrico”, “Construcción de escalas”, “Engranajes”, “Dibujo Axonométrico Industrial” (5 tomos), “Caligrafía industrial”, “Dibujo lineal y arquitectónico”, “Dibujo lineal apulso”, “Arquitectura: trazado de los cinco ordenes”, etc...

1957, “Geometría Descriptiva: Aplicada al Dibujo Industrial”

Maridolas Polit, R. Editorial Bosch. Barcelona.

1961, “Lecciones de Geometría Descriptiva”

Este libro compuesto de dos tomos por Luis Mateo Diaz (arquitecto y licenciado en ciencias exactas) y editado en Barcelona por A. Gimeno Sorolla forma parte de la colección “Matemáticas para las enseñanzas Técnicas”. Sus casi 300 páginas comprenden un vasto tratado de geometría descriptiva donde priman las formulas matemática sobre los dibujos, siempre muy pequeños y en limitada cantidad. También fue “*Obra declarada de texto para las escuelas de Enseñanza Media Técnica. B.O. del Ministerio de Educación Nacional de 31 de mayo de 1955*”. B-490-61.

1963, “Manual DIN. Normas Fundamentales para la Técnica Mecánica”

Este manual casi de bolsillo a pesar de sus 368 páginas es la 7ª edición española, traducción autorizada por el Comité de Normas Alemán (DNA). Fue editado en Bilbao por Editorial Balzola. Desde la edición de 1954 no se había actualizado, con la incorporación de las nuevas normas alemanas. Fue manual imprescindible en cualquier clase de normalización. Bi-1733-1963.

1965, “Dibujo”

Este libro del catedrático F. Javier Rodríguez de Abajo, publicado por la editorial Vasco Americana en Bilbao, tiene una primera hoja titulada “Cuestionario Oficial” que marca el temario típico de la expresión gráfica en la ingeniería de la época en dos grandes bloques: 1-Proyección ortogonal: proyecciones de la recta, posiciones relativas de dos planos, cambios de planos, giros y abatimientos, ángulos de recta y plano, triedros, poliedros, representación de cilindro, cono y esfera. 2-Normalización: signos de trabajo, sistemas de roscas, representación simbólica y consignación de medidas, muelles, representación normalizada de engranajes, soldadura UNE y DIN, remaches, acotación y roblonados, pasadores de fijación, chavetas, tuberías. BI 1.100-65.

1968, “Tratado de Dibujo”

Sola Torrella, J. Se trata en verdad de dos libros fundamentales. El primero subtítuloado “*Cuarto Curso. Perspectiva axonométrica. Excéntricas. Levas. Engranajes. Diferentes clases de dibujos*”, ISBN 84-400-0975-5. Y el segundo subtítuloado “*Quinto Curso. Sombras. Coordenadas triangulares. Calderería. Nomografía. Estampación. Ficha de fabricación. Utillajes*”. Depósito legal B-649-1961. Ambos editados por G. Suñol.

1968, “Dibujando en Perspectiva”

Emilio Freixas es el autor de este tratado de perspectiva de 96 páginas perfectamente encuadernado y editado en Barcelona por Editorial Sucesor de E. Meseguer. Este prolijo autor plantea un artístico tratado de la perspectiva siempre recordando las bases matemáticas en que se sustenta. En la introducción del libro

queda de manifiesto que no está especialmente dedicado a los ingenieros (a pesar que fue libro de consulta en muchos cursos) al decir: *“lo verdaderamente importante para un artista no es operar prolijamente la perspectiva, sino comprender sus leyes básicas y obrar de acuerdo con ellas”*. Emilio Freixas, junto con su hermano Carlos, fueron unos grandes dibujantes que publicaron varias colecciones de libros dibujos. ISBN 84-7106-049-3.

1980, “Geometría Descriptiva”

Este libro de Fernando Izquierdo Asensi interesa a aquellos alumnos que, sin tener grandes conocimientos de geometría métrica inician el estudio de la Geometría Descriptiva. El autor expone de forma clara las proyecciones de un cuerpo en los cuatro sistemas de representación, la perspectiva caballera y cónica, las intersecciones de superficies, sombras, etc. Declarada de Utilidad Pública, de Utilidad para el Ejército y de texto para el ingreso en el Cuerpo de Ayudantes de Ingenieros de Armamento y Construcción. Recomendada en gran número de Escuelas Técnicas de Ingeniería de España y en diversos Centros y Universidades de Hispano América. Su gran valor didáctico se refleja en las 26 ediciones publicadas hasta la actualidad. ISBN 84-237-0151-4.



Ilustración 12. “Geometría Descriptiva”. Izquierdo Asensi.

1981, “Normalización del Dibujo Industrial”

Libro de Rodríguez de Abajo y Galarraga Astibia de múltiples reediciones, aun la venta en la actualidad, de 307 páginas, donde se estudia escalas, formatos, plegado para archivadores, perspectiva caballera y axonométrica, principios generales de representación, dibujos técnicos, cuadro de rotulación, indicaciones de los estados superficiales en los dibujos, dibujo industrial, acotación, signos convencionales para los resortes, etc.. ISBN 84-706-181-0.



Ilustración 13. “Normalización del Dibujo Industrial”. Rodríguez de Abajo.

Reducción de horas en los planes de estudio

A partir de mediados de los años 80 en algunas Escuelas de Ingeniería se empezó a reducir las horas dedicadas a la Ingeniería Gráfica. Primero de forma casi testimonial, pero a mitad de los noventas de forma más abrupta.

En el plan 72 de la EUETIB se impartía las asignaturas de “Dibujo I” y “Dibujo II” de duración anual, con una carga lectiva de 6 horas semanales cada una.

El plan 95 supuso la sustitución de estas asignaturas por la de “Expresión Gráfica y DAO” también de 4 horas semanales pero solo durante un cuatrimestre. En el caso de la especialidad mecánica, se completaba con otra asignatura obligatoria en el segundo cuatrimestre “Expresión Gráfica y DAO II”. O sea que del plan 72 al plan 95 la mayoría de las especialidades de ingeniería técnica de la EUETIB pasaron a disponer de solo un 33% de las horas. En el caso de la especialidad mecánica, esta reducción fue “sólo” del 66%. El plan de estudio vigente actual 2002 no ha supuesto ninguna reducción de horas, pero si una distribución interna, dando lugar a un incremento interno de las horas dedicadas al laboratorio y la aparición de un 20% de créditos de no presencialidad.

De la misma manera, en la ETSEIB durante el curso 1886-87 se impartieron por última vez las asignaturas obligatorias “Dibujo I” y “Dibujo II” de duración anual con una carga lectiva de cuatro horas semanales, que fueron sustituidas por las materias “Técnicas de Expresión Gráfica I” y “Técnicas de Expresión Gráfica II” de duración cuatrimestral con una carga lectiva de 5 horas. En el año 94 estas asignaturas fueron sustituidas por una sola materia obligatoria “Técnicas de Representación Gráfica (TGR)” de duración cuatrimestral con 5 horas lectivas a la semana. En total una reducción de 24 a 7.5 créditos.

¿Cómo se ha podido llevar a cabo esta drástica reducción de las horas dedicada a la asignatura sin mermar su capacidad? Básicamente por dos motivos. Por un lado la reducción y concentración de contenidos; y por otro por la incorporación de nuevas metodologías educativas en base a los nuevos programas de Diseño Asistido por Ordenador. A finales de los 80 y principios de los 90 empezaron a aparecer asignaturas optativas de “dibujo por ordenador”. En los nuevos planes, estas materias penetraron dentro de los objetivos de las asignaturas obligatorias de dibujo, permitiendo un ahorro sustancial de tiempo, a la vez que algunos de los conceptos que se explicaban hasta ese momento dejaron de tener sentido. Se puede afirmar sin lugar a dudas que la implementación de nuevas metodologías basadas en las nuevas herramientas tecnológicas permitió un ahorro de horas semana del alumno sin perder ni un ápice de la importancia de la asignatura, más bien al contrario. Así lo explica el profesor Ignasi Garcia Almirall: *“la gran capacidad del programa propició importantes cambios conceptuales y procedimentales y demostró que podían resolverse los mismo ejercicios que antes, pero de forma más ágil y con menos tiempo. Al trabajar en 3-D se potencia la visión espacial al tiempo que se eliminan las complejidades aportadas por los sistemas de representación clásicos. El estudiante, que suele llegar de secundaria con buenos conocimientos de diédrico directo y axonométrico, se introduce sin demasiadas dificultades en el 3-D, especialmente motivado por la manera más ágil de obtener aquellas vistas y verdaderas magnitudes que tanto le costaban sobre el papel, a cambio, tendrá que incorporar a sus conocimientos, además de los contenidos propios de la asignatura, la manipulación de un programa de CAD y todo sólo en 15 semanas. A pesar de todo, la experiencia de estos dos últimos cursos permite*

asegurar que el estudiante se ve recompensado por los resultados y no oculta su atractivo por la nueva forma de impartir TGR.”⁷⁰

La Ingeniería Gráfica en España en 2001-2002

Los departamentos de Expresión Gráfica en la Ingeniería

¿Cómo organizan las universidades españolas la docencia de la expresión gráfica? En las 47 universidades con estudios de ingeniería industrial existen 14 departamentos específicos de expresión gráfica (30%), mientras que otras 33 universidades (un 70%) incorporan esta área de conocimiento en otros departamentos, principalmente departamentos de proyectos e ingeniería mecánica, aunque no faltan casos curiosos como la Universitat de Girona, con el departamento de “Organización, gestión de empresas y distribución de producto” o el departamento de “Matemáticas e informática” de la Universitat de les Illes Balears.

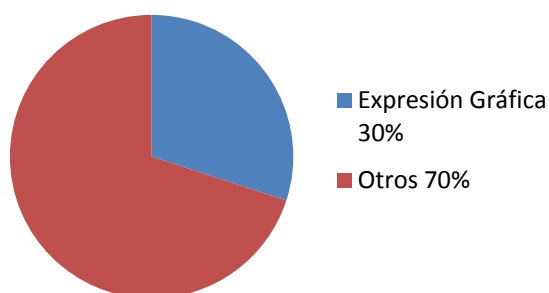


Ilustración 14. El área Ingeniería Gráfica en los departamentos.

Existe una gran diferencia si se trata de una universidad pública o privada. Lo anteriormente explicado sólo es válido para las públicas, puesto que en ninguna de las 12 privadas ha sido posible discernir la organización departamental. Las universidades privadas más que organizadas por departamentos horizontales, que afectan a varias escuelas, están organizadas por escuelas que parecen funcionar de forma bastante autónoma.

Así pues nos encontramos con que el área de ingeniería gráfica está nulamente representada en las universidades privadas y discretamente en las públicas. No es de extrañar que se trate de un área con poca influencia, con poca capacidad para la innovación tecnológica y con una limitada aplicación de las nuevas herramientas de la tecnología de la información.

⁷⁰ “PROYECTO DE INFORMATIZACIÓN DE LA DOCENCIA DE TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA (TGR) EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA”. Ignasi García Almirall. Ponencia presentada en el XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Volumen I. Pág.342. ISBN 84-699-0473-6. Ed. Secretaría del XI CIIG. Logroño-Pamplona 1999.

¿Qué profesores imparten la docencia de la expresión gráfica en España? Nuestra investigación ha llegado a contabilizar a un total 515 profesores en el área. Si tenemos en cuenta que sólo existía información pública de un 51% de los departamentos, podemos deducir que si el resto de los departamentos de los que no tenemos información tuvieran un número similar, el total de profesores de esta área de conocimiento superaría el millar⁷¹.

Deducido de nuestro estudio, el porcentaje de categorías de profesorado en el área de Expresión Gráfica en la Ingeniería es: 3.3% Catedráticos de Universidad, 2.0% Catedráticos de Escuela Universitaria, 8.6% Titulares de Universidad, 38.5% Titulares de Escuela Universitaria, 39.3% Asociados (en diferentes modalidades) y un 8.3% otras categorías (ayudantes, visitantes, ad honorem,...).⁷² Si resumimos todas estas categorías entre doctores y no doctores es resultado es parecido.⁷³

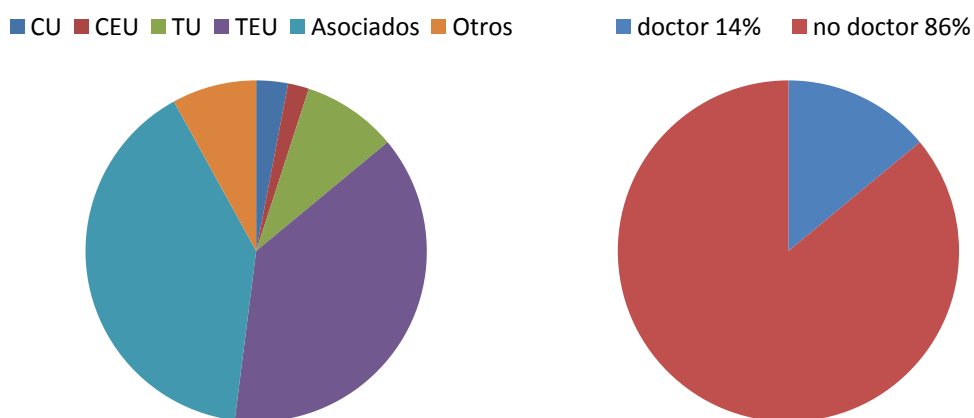


Ilustración 15. Categorías profesorado en IG.

Ilustración 16. Doctores en IG.

Si comparamos estos gráficos, que hacen referencia a las categorías del profesorado en el área de Expresión Gráfica en la Ingeniería, respecto al conjunto de toda la universidad española podemos ver que esta es una área con pocos doctores (14% respecto 42% del conjunto de universidades españolas) y en general con pocos catedráticos de universidad (3% respecto al 9% del conjunto de universidades españolas)⁷⁴

⁷¹ Según el MECD a enero 2003, hay contabilizados 440 funcionarios adscritos al área 305 Expresión Gráfica en la Ingeniería: 23 CU, 77 TU, 27 CEU y 313 TEU

⁷² según investigación propia

⁷³ Estos resultados sólo en consideración a las universidades públicas, porque en ninguno de los servidores de Internet de las privadas, existe esta información

⁷⁴ PROFESORADO UNIVERSITARIO: SITUACIÓN EN ESPAÑA Y TENDENCIAS INTERNACIONALES. Cuadernos del Consejo de Universidades. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. M-24.631. Madrid 2000

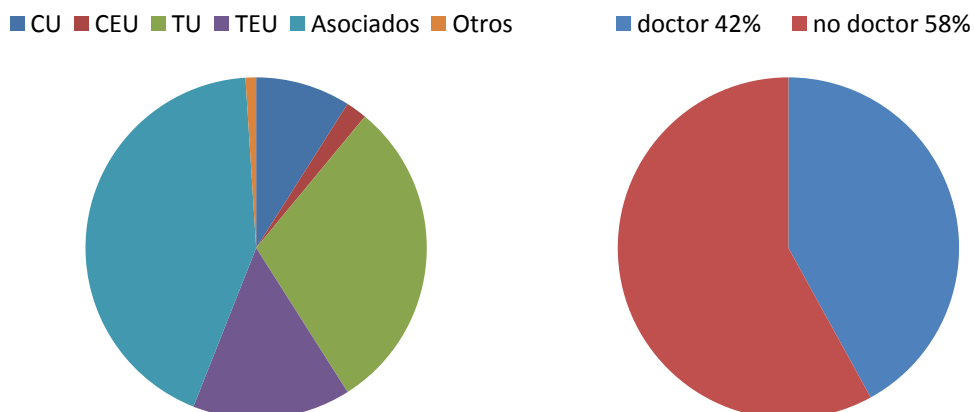


Ilustración 17. Categorías profesorado universitario.

Ilustración 18. Doctores universitarios.

¿Es posible, con un 78% de profesorado TEU-Asociado, provocar los cambios docentes en dirección a la aplicación de las TIC en la docencia? Parece difícil, cuando muchos de estos profesores tienen a menudo una dedicación limitada. ¿Será capaz ese escaso 14% de doctores de arrastrar a los departamentos hacia las medidas necesarias para una mejora de la docencia y de la investigación en nuestra área de conocimiento? Un número apreciable de universidades ni siquiera tienen un CU en expresión gráfica en la ingeniería. ¿Es posible, con sólo un 14% de doctores implementar los cambios necesarios para que la aplicación de las TIC en nuestra docencia sea exitosa?

Es lógico pensar que la estructura cualitativa del profesorado de nuestros departamentos obedezca al hecho de que la mayoría de nuestra docencia se imparte en primeros ciclos, en escuelas universitarias y son asignaturas de carácter troncal y con grupos de gran cantidad de alumnos.

Si estudiamos la evolución del profesorado en el último decenio en el conjunto de las universidades españolas, podremos observar como existe un significativo incremento en los TU, pero también en la categoría de “otros” (especialmente asociados⁷⁵). Seguramente nuestra área de conocimiento a pesar de partir de un retraso histórico en estas categorías, tampoco ha incrementado lo suficiente en el último decenio su cuota de doctores entre el profesorado.⁷⁶

⁷⁵ según el profesor Ginés Mora el número de profesores asociados puede llegar hasta los 33.000, según ponencia presentada en el encuentro PROFESORADO UNIVERSITARIO: SITUACIÓN EN ESPAÑA Y TENDECIAS INTERNACIONALES. Cuadernos del Consejo de Universidades. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. M-24.631. Madrid 2000

⁷⁶ PROFESORADO UNIVERSITARIO: SITUACIÓN EN ESPAÑA Y TENDECIAS INTERNACIONALES. Cuadernos del Consejo de Universidades. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. M-24.631. Madrid 2000

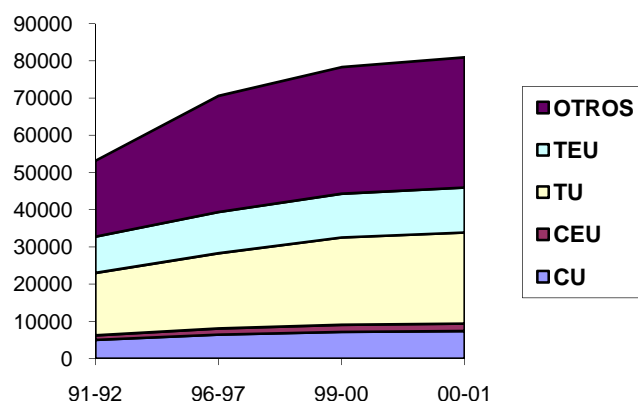


Ilustración 19. Evolución categorías profesorado universitario.

Los departamentos de proyectos

Se ha visto, hasta ahora, que solo existen 14 departamentos de Expresión Gráfica constituidos como tales. Es una cifra extraordinariamente baja para toda una área de conocimiento como es la de nuestra investigación.

¿A qué obedece este bajo número de departamentos? Una primera explicación está en los departamentos de Proyectos. Si contabilizamos el número de departamentos de Proyectos (también llamados de Ingeniería de Proyectos, o de Diseño de Proyectos) llegamos hasta un número de 11 departamentos que imparten asignaturas de expresión gráfica. Pero es que además, de los 14 departamentos de Expresión gráfica antes referidos 2 de ellos son mixtos con el de Proyectos y así lo referencia el nombre del departamento.⁷⁷ De manera que si contamos los departamentos de Expresión Gráfica y Proyectos de forma conjunta nos encontramos con que suman un total de 25 en las 47 universidades con estudios de

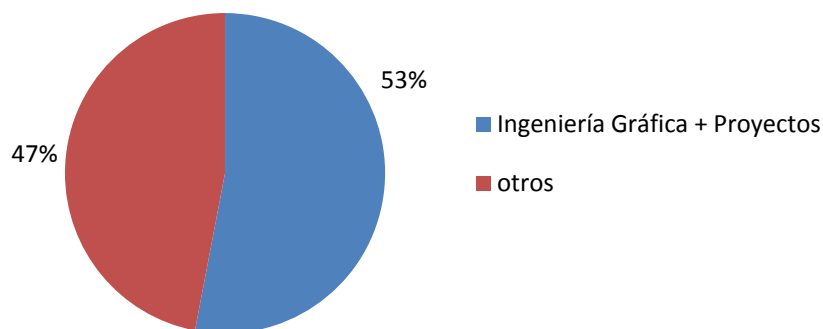


Ilustración 20. Departamentos de Ingeniería Gráfica + Proyectos.

⁷⁷ Euskal Herriko Unibersitatea, Universidad de Jaén

ingeniería industrial

Este gráfico permite aventurar la relación entre el área de Proyectos y el de Expresión Gráfica. De hecho, la mayoría de departamentos de Expresión Gráfica incluyen entre sus asignaturas, para las EUITI's, la de Oficina Técnica, mientras que estas asignaturas, en las ETSII's, están explicadas por profesores del departamento de Proyectos principalmente. Otros autores por el contrario sostienen que aunque tradicionalmente estos dos departamentos han estado muy relacionados, en la actualidad (y aun más en el futuro) tenderán a crear sus propias áreas de saber. Así opina el profesor Federico Fernández Díaz⁷⁸, para el cual el futuro de los departamentos de Proyectos esta en el seguimiento del proceso de diseño del proyecto, y no en el "dibujo" del proyecto como había estado tradicionalmente.

Las asignaturas de Ingeniería Gráfica

En este estudio se han recogido un total de 106 asignaturas, de las cuales 63 (60%) son troncales, 20 (19%) obligatorias y 23 (22%) optativas.

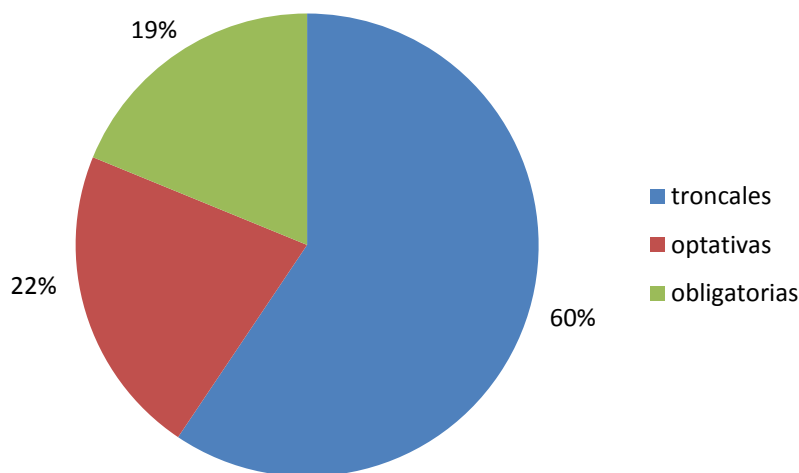


Ilustración 21. Tipo de asignatura en Ingeniería Gráfica.

El modelo más estandarizado para la docencia de la expresión gráfica se basa en dos asignaturas, que se suelen repartir entre el 1er y el 2º cuatrimestre. Estas asignaturas son casi siempre troncales u obligatorias. Existe otra versión con una única asignatura, también troncal, pero de duración anual. Como ampliación de la materia, las dos terceras partes de las escuelas proponen asignaturas optativas del tipo "Diseño Asistido por Ordenador" o "Ampliación de Dibujo".

⁷⁸ profesor del departamento de Proyectos de la UPC.

Este modelo curricular puede inducir a pensar que el dibujo por ordenador es un añadido a la expresión gráfica, cuando debería ser herramienta básica para profundizar en los contenidos de la asignatura. Al menos en una primera etapa parece que el DAO se explica como parte de los contenidos, en lugar de como herramienta genérica. Por otra parte no podemos reducir las TIC como instrumento de comunicación en la ingeniería al DAO.

Las asignaturas del área analizadas suman un total de 653 créditos, 148 prácticos (o de laboratorio) y 115 de teóricos. Esto significa que la media de créditos por asignatura es de 6,66⁷⁹, 3,03 créditos de teoría y 3,88 de laboratorio.

■ 43% créditos teóricos ■ 57% créditos prácticos

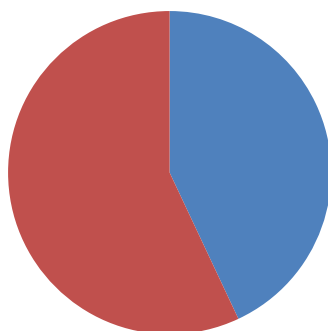


Ilustración 22. Tipos de créditos en las asignaturas de IG.

Se trata en principio de asignaturas con un gran peso en horas de estudio, y esto es positivo, puesto que indica que las universidades comprenden el potencial de estudio del área. También podemos hacer una lectura positiva de la relación entre teoría y práctica. En las asignaturas de expresión gráfica parece razonable que se impartan más horas de laboratorio que de teoría. Pero aún la relación entre teoría y práctica esté quizá demasiado desajustada hacia la teoría. Pocas horas de teoría, en modalidad de clase magistral, juntando todos los grupos, y bastantes más horas de prácticas de laboratorio, donde no sólo se debería explicar “el DAO”, sino “en el DAO”. Podemos aplicar las TIC dentro de nuestra docencia, pero esto implica incorporar los contenidos teóricos dentro de nuestros laboratorios, y modificar las relaciones crediticias.⁸⁰

⁷⁹ Esta es una media, pero existen casos extremos como los 18 créditos totales de la asignatura de expresión gráfica de la Universidad de Oviedo, los 15 de la Universidad de León, o los 12 de las universidades de Burgos, Cardenal Herrera, de Lleida, Pública de Navarra y la de Zaragoza.

⁸⁰ En este sentido existen algunas experiencias, como la asignatura “expresión gráfica” de la Universidad de Alicante, con 1,5 créditos de teoría y 6 de prácticos, o la de la Universidad de Oviedo con 6,0 créditos de teoría y 12,0 de prácticos, aunque donde esto se puede apreciar en su apogeo es en las asignaturas “de continuación”, como por ejemplo la asignatura “dibuix tècnic assistit per ordinador” de la Universidad de Alicante, con 4,5 créditos prácticos por 0 de teoría, la misma relación que se da en la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Se han conseguido 46 programas de asignaturas vía Internet, 2 vía fax y 4 vía personal. En esta primera fase de estudio sólo se ha analizado los programas colgados en la Red, lo que supone un 43% de las asignaturas de expresión gráfica detectadas.

El programa

En general todos los programas recogen los tres descriptores que el Ministerio publica para la asignatura de expresión gráfica: sistemas de representación, normalización del dibujo industrial, y dibujo asistido por ordenador. El que sigue podría considerarse un temario tipo, bastante parecido en las diferentes universidades:

- Introducción al dibujo industrial
- Introducción a los sistemas CAD
- Conceptos básicos de normalización
- Los sistemas de representación
- Geometría computacional. Primitivas geométricas
- Geometría constructiva de cuerpos y superficies

A pesar de que todos los programas encontrados conducen a pensar que la materia es la misma, los índices inducen a pensar que el tratamiento que se da a las diferentes asignaturas es diferente.⁸¹

En general hay que concluir que este temario se cumple en gran medida tanto si la asignatura es única, como si existen 2 asignaturas troncales (Dibujo I y Dibujo II, por ejemplo), en cuyo caso suele dividirse a mitades, asignando la parte del DAO en el 2º cuatrimestre.

El plan de estudio

Es lógico que en asignaturas tan instrumentales y por tanto condicionadas tecnológicamente como las de nuestra área de conocimiento, los planes de estudio estén en constante evolución. Si calculamos la antigüedad media de los planes de estudio, descubrimos que se remonta a 1998. Un dato que puede parecer positivo, se ha de valorar junto al hecho que en los últimos 4 años la evolución tecnológica ha sido bastante significativa. No usamos los mismos programas de DAO de hace 4 años, y sobre todo, tenemos a nuestro alcance Internet. Aunque también es cierto

⁸¹ De hecho fuera interesante investigar la relación que se establece entre los programas expuestos al público, y los exámenes a los que se somete a los estudiantes.

que los planes de estudio no tienen porque especificar el tipo de tecnología que usaremos en nuestra docencia, sino los descriptores de lo que queremos enseñar.

Los planes de estudio más antiguos (siempre de los conseguidos vía Internet) datan de 1994. Y los más modernos son del 2000, en la Universidad Ramón Llull, la Politécnica de Madrid, la de Oviedo, la de Navarra, la Católica Santa Teresa de Ávila y la Carlos III de Madrid; la mitad de ellas privadas. Las universidades privadas tienden a actualizar sus contenidos antes que las públicas.⁸²

El objetivo docente

De los 47 departamentos que imparten Expresión Gráfica en España sólo 18 tienen los objetivos que pretenden explicar publicados en Internet ⁸³. Parece un porcentaje bastante bajo. El objetivo enunciado en este 39% de los departamentos, es bastante heterogéneo, desde los departamentos que resumen sus objetivos en una sola línea, hasta los que desglosan en varios puntos.

Pero es que además, si distinguimos entre objetivos de tipo informativo o de tipo formativo, los 18 son informativos, pero sólo 6 de estos son además objetivos de marcado carácter formativo.

Entre los objetivos de carácter informativo se encuentran la transmisión de conocimientos de los Sistemas de Representación principales y de las técnicas básicas en dichos sistemas, el conocimiento de las formas, generación y propiedades de los entes geométricos más frecuentes en la técnica, la Normalización básica del Dibujo Técnico, y las aplicaciones de todo lo anterior a la Ingeniería. Entre los formativos o de capacitación están la adquisición de visión y comprensión espacial, dominio de los automatismos de razonamiento geométrico de inducción y deducción, preparación para el uso del Dibujo Técnico como lenguaje en sentido emisor y receptor, fomentar la creatividad y adiestramiento imprescindible para el dibujo de coquización manual o con instrumentos informáticos.

⁸² O al menos, tienden a actualizar en sus programas antes.

⁸³ Ver anejo correspondiente

■ 13% formativos ■ 26% solo informativos ■ 61% sin objetivos

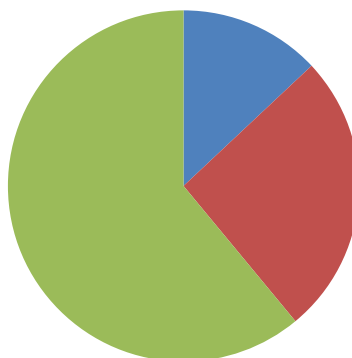


Ilustración 23. Objetivos docentes en IG.

La bibliografía

Otra variable muy interesante a estudiar es la bibliografía recomendada por cada área de Expresión Gráfica, si consideramos que los libros recomendados permiten deducir el tipo de enseñanza que se da. Todos los datos estadísticos citados en este apartado se pueden comprobar numéricamente en el anexo nº3 "bibliografía".

De las 47 universidades españolas con estudios de ingeniería sólo 20 tienen publicada vía Internet bibliografía de la área ingeniería gráfica en la. De otras 2 se ha conseguido vía fax y personalmente. Esto representa un 43% de los departamentos de Expresión Gráfica en la Ingeniería de España. Fruto de esta investigación se ha logrado identificar hasta 166 libros de 131 autores diferentes. Algunas de estas referencias bibliográficas agrupan diferentes tomos de una misma colección. En el caso que algún departamento recomendara 2 tomos se ha contabilizado dos menciones para esta referencia. Algunas universidades han separado entre bibliografía fundamental y complementaria. En este caso la bibliografía complementaria se ha contabilizado como 0,5 menciones.

Los libros más mencionados han sido:

- Con 11 menciones. AENOR, Normas UNE sobre Dibujo Técnico. Tomo 3. Normas Fundamentales. 1997 Madrid AENOR.
- Con 11 menciones. FÉLEZ, MARTÍNEZ, Dibujo industrial, Madrid, Síntesis, 1995.
- Con 11 menciones. IZQUIERDO ASENSI. "Geometría Descriptiva". Madrid: Ed. Dossat. 1990.
- Con 9,5 menciones. RODRÍGUEZ DE ABAJO. Geometría Descriptiva: tomos 1, 2, 3 y 4. Ed. Marfil
- Con 8,5 menciones. RODRÍGUEZ DE ABAJO, GALARRAGA ASTIBIA. Normalización del dibujo industrial. Donostiarra, San Sebastián 1993.

- Con 8 menciones. RODRÍGUEZ DE ABAJO, ÁLVAREZ BENGOA, Dibujo técnico, San Sebastián, Ed. Donostiarra, 1996.

El siguiente libro mas recomendado (de HIDALGO DE CAVIEDES) esta a mucha distancia, con sólo 3,5 menciones.

Si esta bibliografía la analizamos porcentualmente respecto al total de datos bibliográficos de que disponemos en este momento aun es más reveladora:

- 55%- AENOR, Normas UNE sobre Dibujo Técnico. Tomo 3. Normas Fundamentales. 1997 Madrid AENOR.
- 55%- FÉLEZ, MARTÍNEZ, Dibujo industrial, Madrid, Síntesis, 1995.
- 55%. IZQUIERDO ASENSI, F. "Geometría Descriptiva". Madrid: Dossat. 1990.
- 48%- RODRÍGUEZ DE ABAJO. Geometría Descriptiva: tomos 1, 2, 3 y 4. Ed Marfil
- 43%-. RODRÍGUEZ DE ABAJO, GALARRAGA ASTIBIA. Normalización del dibujo industrial. Donostiarra, San Sebastián 1993.
- 40%- RODRÍGUEZ DE ABAJO, ÁLVAREZ BENGOA, Dibujo técnico, San Sebastián, Donostiarra, 1996.

O sea, que la mitad de los departamentos de Expresión Gráfica recomiendan bibliografía clásica, que existía 10 años atrás, y además específicamente española.⁸⁴ Existen diferentes referencias a libros de DAO (en su mayor parte manuales de Autocad) pero dispersos y poco mencionados.

Si analizamos no sólo los libros citados si no los autores más recomendados, este estudio aún acrecienta lo anteriormente destacado. Así la lista de los "top-ten" sería:

- Con 35 menciones RODRÍGUEZ DE ABAJO
- Con 13 menciones Jesús FELEZ
- Con 12,5 menciones, IZQUIERDO ASENSI
- Con 11 menciones, AENOR
- Con 8 menciones, David CORBELLA BARRIOS
- Con 7 menciones, LEICEAGA
- Con 5 menciones, BARTOLOMÉ RAMÍREZ (todos de la U. de la Rioja)
- Con 5 menciones, el servicio de publicaciones de la UPNA
- Con 4,5 menciones, GONZALEZ MONSALVE, PALENCIA

⁸⁴ También se cita bibliografía internacional, como el libro de Mortenson, pero sin suficientes menciones como para aparecer en este listado.

- Con 4,5 menciones, HIDALGO DE CAVIEDES
- Con 4,5 menciones, PUIG ADAM.

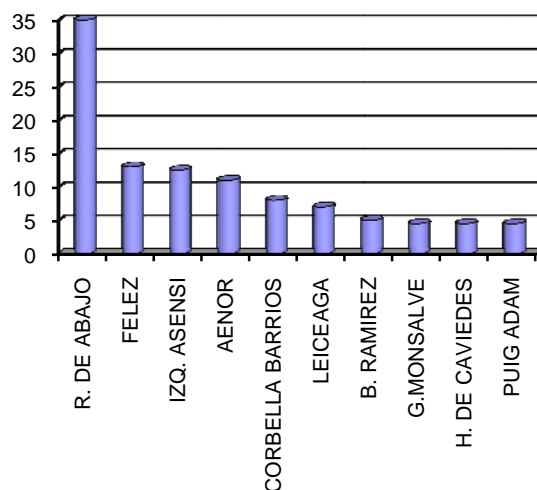


Ilustración 24. Autores más recomendados en bibliografía IG.

O sea los diez autores más citados suman un total de 105.5 menciones, un 40% del total, con un claro destacado gracias a sus 6 libros.

Otro efecto detectado, además de enumerar siempre la misma bibliografía “consagrada”, consiste en citar los libros editados desde el departamento, por los profesores. La mayor parte de estos libros tan sólo son citados por su departamento. De hecho, si contamos los libros con una sola mención veremos que son 113. El 68% de la bibliografía sólo es citada por una sola de las 21 Universidades.

También podemos analizar la bibliografía desde el punto de vista de los emisores, las universidades. Estas 166 referencias aportadas por las 21 universidades se han repartido de la siguiente manera:

- Universidad de Málaga, 48 libros, (un 18% del total de menciones)
- Universidad de Castilla-la Mancha, 29 libros, (un 11% del total de menciones)
- Universidad de Zaragoza, 20 libros, (un 7% del total de menciones)
- Universidad Europea de Madrid, 19 libros, (un 7% del total de menciones)
- Euskal Herriko Unibertsitatea, 16 libros, (un 6% del total de menciones)
- Universidad Pública de Navarra, 16 libros, (un 6% del total de menciones)
- Universidad de Vigo, 15 libros, (un 6% del total de menciones)
- Universidad Politécnica de Catalunya, 13 libros, (un 5% del total de menciones)

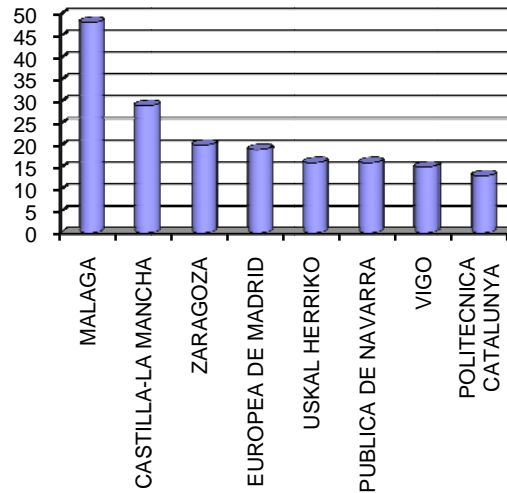


Ilustración 25. Universidades con más bibliografía IG.

Sólo un 43% de las universidades aportan bibliografía por Internet. Pero además del total de las menciones, el 60% es aportado tan solo por el 30% de las universidades.

Podemos deducir que se aporta poca bibliografía, y que cuesta buscar nuevos libros, que supongan referencias en el área de la expresión gráfica en la ingeniería industrial, que planteen nuevas fuentes de investigación en el área, especialmente relacionadas con las TIC.

Estudio comparativo del área en Europa y USA

En este capítulo se estudia cómo se desarrolla el área de Ingeniería Gráfica en el mundo occidental para poderlo comparar con España. De hecho lo que se pretende es analizar en Europa y en los EEUU el desarrollo de un área más amplia que en estos países puede denominarse como “dibujo en la ingeniería y la comunicación gráfica”.

Para ello está previsto analizar el área en la red de universidades tecnológicas europeas CLUSTER (a la que está afiliada la UPC) por un lado; y por otro el planteamiento general del área en los EEUU. Este capítulo aporta una interesante visión comparativa España-Europa-USA del área de la que podemos deducir por donde se puede desarrollar en España.

La Ingeniería Gráfica en Europa

Hemos de tener en cuenta que el potencial del área de la IG está fuertemente condicionado por la capacidad de cada país en el desarrollo de la sociedad de la información, puesto que los nuevos ámbitos científicos y técnicos de interés para el área proceden de la aplicación de las TIC en nuestro desarrollo, y ello no es posible sin una fuerte penetración de Internet. Esto hay que tenerlo en cuenta, puesto que España está clasificada en el penúltimo puesto europeo en preparación de acceso a las nuevas tecnologías según “The Economist” indica en el siguiente gráfico⁸⁵:

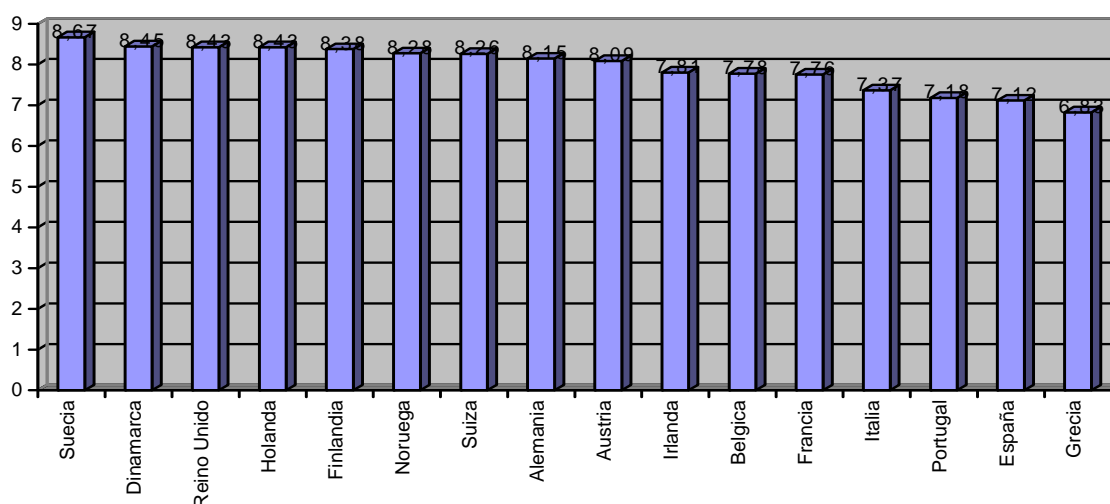


Ilustración 26. Acceso a las TIC en la OCDE.

⁸⁵ Fuente “The Economist”. Gráfico publicado en El País Negocios de 20 de abril de 2003. Página 5.

Para comprender el desarrollo del área en Europa, se ha creído interesante analizar el comportamiento de las universidades del grupo CLUSTER (Consortium Linking Universities of Science and Technology for Education and Research), compuesto por 11 prestigiosas universidades europeas de ámbito tecnológico.

CLUSTER fue fundada en 1990. En el año 2000⁸⁶ englobaba a un total de 3.000 profesores, 10.000 investigadores y más de 100.000 estudiantes. CLUSTER puede muy bien considerarse como una auténtica universidad europea. A partir del año 2000 CLUSTER ha invitado a participar en su funcionamiento a otras universidades del resto del mundo.⁸⁷

Las universidades que componen CLUSTER son:

<i>Universidades CLUSTER 2002</i>	<i>Universidades CLUSTER 2011</i>
<i>EPFL - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne</i>	<i>EPFL - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne</i>
<i>Grenoble Institute of Technology</i>	<i>Grenoble Institute of Technology</i>
<i>KIT - Karlsruhe Institute für Technologie</i>	<i>KIT - Karlsruhe Institute für Technologie</i>
<i>KTH - Kungliga Tekniska Högskolan, Estocolmo</i>	<i>KTH - Kungliga Tekniska Högskolan, Estocolmo</i>
<i>Politecnico di Torino</i>	<i>Politecnico di Torino</i>
<i>TCD - Trinity College Dublin</i>	<i>TCD - Trinity College Dublin</i>
<i>Technische Universität Darmstadt</i>	<i>Technische Universität Darmstadt</i>
<i>Technische Universiteit Eindhoven</i>	<i>Technische Universiteit Eindhoven</i>
<i>UCL EPL Ecole Polytechnique de Louvain, Bruselas</i>	<i>UCL EPL Ecole Polytechnique de Louvain, Bruselas</i>
<i>Universitat Politècnica de Catalunya</i>	<i>Universitat Politècnica de Catalunya</i>
<i>Imperial College of Science, Technology and Medicine, London</i>	<i>KUL - Katolieke Universiteit Leuven, Lovaina</i>
	<i>Aalto University Helsinki</i>
	<i>IST - Instituto Superior Técnico, Lisboa</i>

Ilustración 27. Tabla Universidades CLUSTER 2002-2011

⁸⁶ Según datos de CLUSTER. <http://www.cluster.org>

⁸⁷ En el año 200 se integró en CLUSTER la universidad india I.I.T.Delhi, Actualmente están asociadas: Georgia Tech, Tomsk Polytechnic University (Russian Federation), Technion (Israel), Tsinghua University (China), University of São Paulo (Brazil), Ecole Polytechnique de Montreal (Canada).

Como puede comprobarse CLUSTER representa a la casi totalidad de las universidades politécnicas de Europa Occidental, además un breve recorrido por cada una de las universidades puede mostrarnos que siempre suelen representar la vanguardia tecnológica del país al que representan.



Ilustración 28. Mapa fundadores CLUSTER (2002)

CLUSTER está organizada en 7 departamentos. El área IG corresponde al departamento *"Information theory and technology: computers and communication"* cuyo responsable (en marzo 2003) es el profesor Giovanni Ghione, del "Politecnico di Torino". Según información del propio profesor Ghione, el área aun no esta trabajando a pleno rendimiento: *"in teoria il dipartimento dovrebbe avere un'azione di coordinamento fra le universita' associate nel settore, ispirando iniziative di ricerca ma anche di didattica. In realta' in passato il dipartimento non ha avuto attivita' significative, spero di aumentare quest'anno il livello di collaborazione"*.⁸⁸ De hecho solo 2 de los 7 departamentos no tenían operativa su página web en marzo 2003.

Technische Universität Darmstadt

En la universidad alemana de Darmstadt ⁸⁹, el área de conocimiento EGI la podemos encontrar en el departamento 18: "Electrical Engineering and Information Technology" y en "Information and Communication Technology" como departamentos más característicos, pero en ninguno de ellos podemos identificar un área específica para la EGI. Las diferentes especializaciones existentes para el segundo semestre del curso 2002-2003 eran:

- "Allgemeine Elektrotechnik" (General Electrical Engineering)

⁸⁸ Carta del profesor Ghione al autor de esta tesis el día 11-3-2003, en respuesta a la solicitud de mas información sobre las actividades del departamento.

⁸⁹ <http://www.tu-darmstadt.de>

- "Automatisierungstechnik" (Automatic Control Systems)
- "Datentechnik" (Computer Systems and Networks)
- "Elektrische Energiesysteme" (Electrical Power Systems)
- "Mechatronik" (Mechatronics)
- "Mikroelektronik" (Microelectronics)
- "Mikro- und Feinwerktechnik" (Precision Engineering)
- "Nachrichten- und Kommunikationstechnik" (Telecommunications)
- "Theoretische Elektrotechnik" (Theoretical Electrical Engineering)

en ninguna de ellas se ha podido identificar una asignatura específica EGI.

Trinity College, Dublin

Esta histórica universidad⁹⁰ está organizada en 6 áreas de conocimiento. "Engineering and Systems Sciences" es el ámbito de nuestro interés. A la vez esta área está dividida en 4 departamentos:

- Civil, Structural and Environmental Engineering
- Computer Science
- Electronic and Electrical Engineering
- Mechanical and Manufacturing Engineering

El departamento de ingeniería electrónica y eléctrica ha constituido un único grupo de investigación: "Information and Communications Technology, ICT" que lleva a cabo toda la investigación en cuatro áreas de intensificación. Pero en ninguno de ellos podemos hallar interés por el ámbito de la comunicación gráfica.

En el departamento de ingeniería mecánica se enmarca el grupo de investigación "Computer Aided Engineering. CAI", que utiliza herramientas CAD para el diseño de sus productos (pero siempre desde el punto de vista instrumental).

Technische Universiteit Eindhoven

La universidad tecnológica de Eindhoven⁹¹ desarrolla 12 titulaciones de ingeniería, 10 cursos de posgrados de diseño tecnológico y muchos variados cursos. Entre las características que la TUE pretende inculcar a sus estudiantes define la de una buena comunicación con el resto de los ingenieros y la sociedad.

Los programas de estudios son:

- Biomedical Engineering

⁹⁰ <http://www.tcd.ie>

⁹¹ <http://www.tue.nl>

- Architecture (including Plant Engineering)
- Electrical Engineering (including Information Engineering)
- Chemical Engineering and Chemistry
- Technology and Society
- Industrial Engineering and Management Science
- Computing Science
- Applied Physics
- Mathematical Engineering
- Mechanical Engineering
- Industrial Design

En varios de estos programas (que podemos encontrar perfectamente desarrollados por sesiones, con pretensiones, duración y conclusiones), aparecen temas relacionados con nuestra área EGI: usos de herramientas CAD esta citado en el máster en Diseño Tecnológico, en Tecnología y Sociedad y en otros.

Institut National Polytechnique de Grenoble

La universidad francesa de Grenoble⁹² acoge 9 escuelas de ingeniería, un instituto doctoral, y más de 30 grupos de investigación englobados en diferentes departamentos. De entre todos ellos el GRAVIR “Graphisme, Vision et Robotique” (dentro del departamento de informática y matemáticas aplicadas) que estudia los temas de interés grafico, está constituido por diferentes núcleos de investigación:

- El grupo I3D tiene por objeto contribuir a la mejora de la interacción en los espacios de comunicación virtuales.
- iMAGIS trabaja en el dominio de la informática gráfica y la síntesis de imágenes. Desarrolla herramientas para concebir y después utilizar en aplicaciones, simulaciones, maquetas numéricas 3D.
- MOVI es un proyecto centrado en el modelado de objetos geométricos con el objetivo de reconocer, localizar y interpretar estos objetos. Desarrolla técnicas para la producción de modelos
- PRIMA (Perception and Integration for Smart SpacesProject) estudia la tecnología de interacción hombre-máquina.
- SHARP (Programmation automatique et systèmes décisionnels en robotique) centra su actividad de investigación en “l’étude des problèmes liés à la modélisation et à la génération automatique du mouvement et des interactions physiques en robotique”⁹³ Para este grupo el concepto “robotique” significa no solo los robots mecánicos actuales sino también los robots virtuales generados por ordenador.
- ViS

⁹² <http://www.inpg.fr>

⁹³ <http://www.inria.fr/recherche/equipes/sharp.fr>

Todos estos grupos desarrollan sus investigaciones con otras instituciones de la región como el INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique), el CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), ITMI, MATRA, AEROSPATIALE y otras universidades francesas y del resto del mundo

Universität (T.H) Karlsruhe

La histórica universidad alemana de Karlsruhe⁹⁴ está compuesta por 11 facultades. Casi un 20% de sus 14.000 estudiantes son extranjeros, lo que da una idea del reconocimiento de esta universidad en el área de influencia alemana. De entre sus más de 40 institutos (departamentos) no se ha podido identificar alguno cuya investigaciones principales están destinadas al área EGI.

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Esta universidad suiza⁹⁵ ofrece 13 titulaciones técnicas y de arquitectura. Más de 9.000 personas (entre estudiantes, investigadores, profesores y demás personal) se reparten entre los 12 departamentos en que está dividida la institución. Es una universidad muy internacionalizada, como lo demuestra que más del 50% de sus profesores no sean suizos.

El 1 de enero de 2002 los cuatro antiguos departamentos de electrónica, electricidad, mecánica y materiales se fusionaron para crear la “Faculté des Sciences et Techniques de l’Ingénieur (STI)”. Esta facultad continua expendiendo los antiguos títulos, pero además este pendiente de integrar nuevas secciones departamentales, como ingeniería biomédica. Los grandes ejes de la investigación que tiene declarados son : el tratamiento de la información, las tecnologías de la información, la ingeniería biomédica, los materiales, y las micro-nano tecnologías de la energía. A nosotros nos interesan los dos grandes ejes de investigación.

El “Laboratory For Computer-Aided Design And Production (LICP)” dirigido por el Profesor Paul Xirouchakis, desarrolla su investigación a lo largo de tres ejes de actividad, cada uno del cual con su propio desarrollo:

1. Product Modelling and Optimization for Manufacture/ Assembly/ Remanufacture
2. Knowledge-based conceptual and embodiment design computer support methods
3. Proactive computer support methods for design for manufacture assembly remanufacture
4. Geometric and Solid Modeling

⁹⁴ <http://www.uni-karlsruhe.de>

⁹⁵ <http://www.epfl.ch>

5. Multicriteria decision support under uncertainty during the early stages of product development
6. Advanced Manufacturing Information Systems
7. Geometrically intelligent NC-controllers built on feature-based post-processors
8. Computer-aided manufacturing for multi-axis serial and parallel machines
9. Analytic approaches for machine command generation from solid models
10. Product data pre-processing and exchanging for intelligent part fabrication
11. Planning and Scheduling of Manufacturing and Remanufacturing Systems
12. Computer aided process planning
13. Planning and scheduling of remanufacturing systems

Imperial College of Science, Technology and Medicine, London

Esta histórica universidad de Londres⁹⁶ está organizada en más de 40 departamentos, con sus correspondientes grupos de investigación, algunos de ellos interdisciplinarios.

En el departamento de Ingeniería mecánica trabajan, en marzo de 2003, 50 profesores, 80 investigadores y realizan prácticas de investigación unos 140 estudiantes. Tiene convenios firmados con las principales empresas industriales del país, y facturan un total de unos 10 millones de dólares. Estos datos pueden dar idea de la potencia investigadora del departamento. El departamento está organizado en seis secciones de investigación:

- Computational Mechanics
- Computer Assisted Systems Engineering
- Dynamics
- Thermofluids
- Tribology
- Strength of Materials

El grupo de Ingeniería de sistemas asistidos por ordenador está dirigido por el profesor Brian Davies, que organiza un grupo de 8 profesores, 20 doctores y 30 graduados, además de los correspondientes becarios. Sus áreas de investigación son: "Computer Aided Design/Manufacturing (CAD/CAM)", "Industrial and Medical Robotics, sensing systems", "Flexible Manufacture Systems (FMS) and Computer Integrated Manufacture (CIM) y "Advanced Turbomachinery".

Así pues existe un área específica de estudio del CAD/CAM, pero no de forma independiente sino de forma coordinada con las restantes áreas de estudio. De hecho todo el equipo de investigación trabaja de forma conjunta en los diferentes proyectos.

⁹⁶ <http://www.ic.ac.uk>

Université Catholique de Louvain

La universidad belga de Lovaina⁹⁷ está estructurada en 10 facultades (además de las adscritas), unos 50 departamentos y más de 200 unidades de investigación. Estos 200 laboratorios emplean a más de 4.000 investigadores, de los que unos 600 son doctores extranjeros. Además tiene firmados unos 220 convenios de investigación con otras universidades del mundo. Estos datos demuestran la buena posición de la Universidad Católica de Lovaina en la Investigación, no solo belga, sino mundial.

De los 18 programas de doctorado, el “Graduate school in electronics and communication” desarrolla tres laboratorios de investigación:

- Microelectronics Laboratory
- the Communications and Remote Sensing Laboratory
- Microwaves Laboratory

En el laboratorio de microelectrónica se desarrollan varias líneas de investigación, en una de ellas, y de forma perimetral, se estudia la microelectrónica aplicada al diseño de programas de ayuda al diseño por ordenador.

Kungl Tekniska Högskolan, de Estocolmo

Esta universidad sueca (Real Instituto de Tecnología de Estocolmo)⁹⁸ tiene más de 40 departamentos. El departamento “Machine design” tiene como áreas prioritarias de investigación 5 grupos diferentes:

- Component technology and modular systems
- Integrated product development and design for environment
- Mechatronics and embedded control systems
- Physical phenomena and high performance components in machines
- Low emission combustion engines

No se ha podido encontrar algún grupo afín al estudio del área EGI.

Politecnico di Torino

En esta universidad tampoco no existe un departamento específico para el área de expresión gráfica en la ingeniería. Tampoco existe un reconocimiento específico de área de estudio para la expresión gráfica. La expresión gráfica

⁹⁷ <http://www.ucl.ac.be>

⁹⁸ <http://www.kth.se/eng>

aparece como herramienta tecnológica englobada dentro de asignaturas. Por ejemplo la asignatura “Modellazione geometrica delle macchine” materia de 1er año con una carga de 5 créditos totales entre laboratorio y teoría. Dentro del programa se puede leer “*estudio de las tolerancias según normas ISO (...) simulación de conjuntos mediante programas CAD integrados, laboratorio con programas CATIA-DFA*”⁹⁹ materia “típica” de los programas de las asignaturas EGI de España. La diferencia esta que en el Politecnico di Torino la asignatura estudia la modelización geométrica de máquinas, y para ello usa las técnicas de expresión gráfica, pero en España se estudian “sólo” las técnicas de expresión gráfica.

El área de ingeniería gráfica en USA

La enseñanza de la ingeniería gráfica en EEUU está planteada de forma radicalmente diferente que en España y Europa. El Dibujo en Ingeniería está íntimamente relacionado con dos conceptos: la comunicación gráfica, y el proceso de diseño de productos industriales. Por otro lado el papel (y las necesidades) de la empresa privada están siempre presentes en todos sus planteamientos.

La aplicación de las TIC en las universidades norteamericanas está mucho más avanzada que en España. Ello ha conllevado cambiar de forma fundamental la organización y gestión de sus centros universitarios. A medida que la tecnología va impregnando y cambiando el entorno docente es más importante definir con toda claridad la función de los campus, y la relación de los profesores con sus estudiantes.

La Ingeniería Concurrente

En EEUU las técnicas de diseño y las TIC están cambiando el papel tradicional de los ingenieros. El proceso de diseño ya no es una actividad lineal y segmentada sino un conjunto de actividades que involucra a toda la empresa. Este nuevo tipo de diseño (a partir de un equipo pluridisciplinar que usa los ordenadores como herramientas de trabajo) es lo que en EEUU se ha llamado *Ingeniería Concurrente*. En la ingeniería concurrente se involucra a todos los actores en el proceso de diseño (incluido el cliente), tanto en el momento de crear las ideas, como en el propio proceso de diseño y en la implantación final. En la ilustración siguiente podemos apreciar una síntesis de lo que es la ingeniería concurrente.

⁹⁹ <http://didattica.polito.it/programma>. Ver anejos

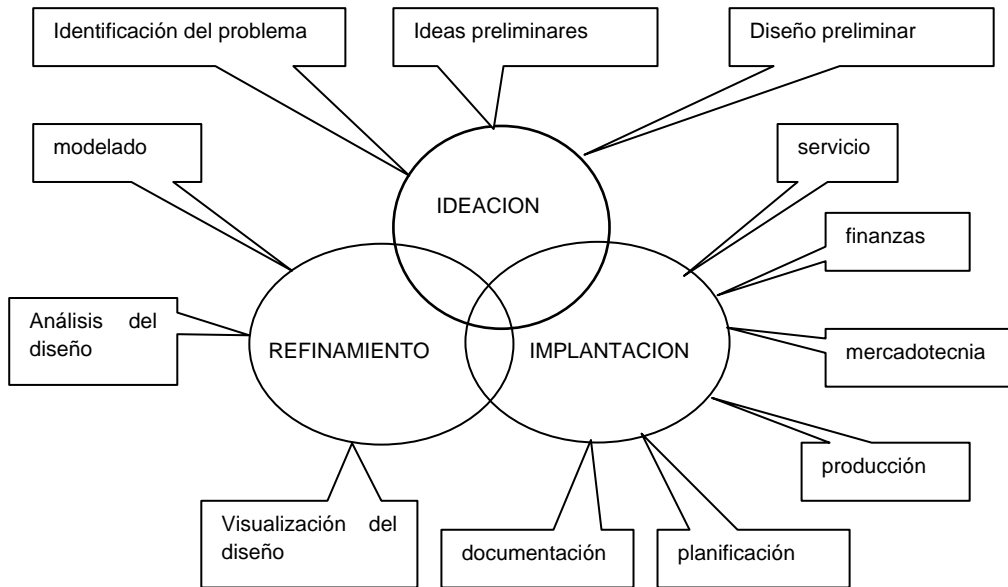


Ilustración 29. Ingeniería Concurrente (Bertoline)

Los ingenieros industriales han de ser capaces de trabajar en equipo; de diseñar, analizar y comunicar mediante potentes software especializados en diseño. El diseño concurrente es una actividad en la que intervienen todos los ingenieros del producto. En EEUU, la tendencia actual de la industria es que los ingenieros sean “*modeladores geométricos*”. El modelado geométrico es “*el proceso de crear gráficas por computadora para comunicar, analizar y visualizar el proceso de diseño*”¹⁰⁰. Los diseñadores utilizan los sistemas CAD para crear croquis (definir la idea de los objetos industriales), generar los modelos tridimensionales necesarios, y enviar al departamento de control numérico, de allí se extraen los dibujos 2D de los modelos 3D para añadir las cotas críticas y enviar al departamento de calidad.

El camino recorrido del diseño a la ingeniería concurrente ha significado que el grupo de personas que necesitan aprender a comprender mejor los principios de la comunicación gráfica, haya aumentado espectacularmente. Antes, sólo los diseñadores necesitaban comprender el lenguaje gráfico, ahora, en EEUU, los ingenieros, científicos, técnicos, comerciales y gerentes de la empresa necesitan de estos conocimientos.

La información gráfica por ordenador ha permitido crear grandes bases de datos CAD para la elaboración de un producto. Diferentes actores intervienen en la creación de un producto industrial y necesitan de esta información gráfica. Diferentes individuos con diferentes necesidades gráficas y diferentes capacidades visuales, usan las bases de CAD para sus propios fines.

¹⁰⁰ “DIBUJO EN INGENIERÍA Y COMUNICACIÓN GRÁFICA” Bertoline, Wielbe, Miller, Moler. 2ª edición. Pagina15. Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores. ISBN 970-10-1947-4

El proceso del diseño

El CAD fue introducido en muchas empresas como una simple herramienta de dibujo automatizada. Se seguía haciendo lo mismo pero con unas herramientas más potentes, precisas y rápidas. A partir de la introducción del modelado 3-D, las empresas americanas descubrieron que podían pasar del concepto “dibujo asistido por ordenador” al “diseño asistido por ordenador”, y que esto no era solo cambio de lenguaje, sino que permitía trabajar de otra manera, introduciendo el proceso de diseño en el momento del “dibujo” y a la inversa. Este proceso permitió del nacimiento de la ingeniería concurrente. Del CAD se pudo pasar a la Manufactura Asistida por Ordenador (CAM en inglés), a la Manufactura Integrada por Ordenador (CIM) y al Diseño para Facilidad de Manufactura (DFM). La finalidad última de todos estos procesos y de la propia ingeniería concurrente es la mejora de la calidad-precio del producto, en base a acortar el ciclo de diseño, minimizar el material y los costos de mano de obra, y aumentar la calidad final del producto. Al compartir la base de datos 3-D del producto propuesto, mas personas pueden trabajar al mismo tiempo en varios aspectos del diseño del producto. La comunicación gráfica entre todos los autores es fundamental para que esto se pueda llevar a cabo.

El modelado 3-D ha permitido una nueva forma de diseñar, introduciendo mas “ideas” a la hora de fijar las especificaciones del producto, puesto que a medida que finaliza el proceso de diseño y este se acerca a la fase de producción, los cambios en el diseño se vuelven más costosos. La fase de especificaciones del proceso del diseño establece los requerimientos del producto. Cuando se analizan los diversos conceptos del diseño que se están desarrollando se evalúan respecto a estas especificaciones y si es necesario se llevan a cabo cambios. A medida que el diseño de un producto avanza el coste de los cambios aumenta y la cantidad de opciones de diseño que es posible explorar se reduce de manera como nos lo explica el profesor Bertoline en la ilustración siguiente.

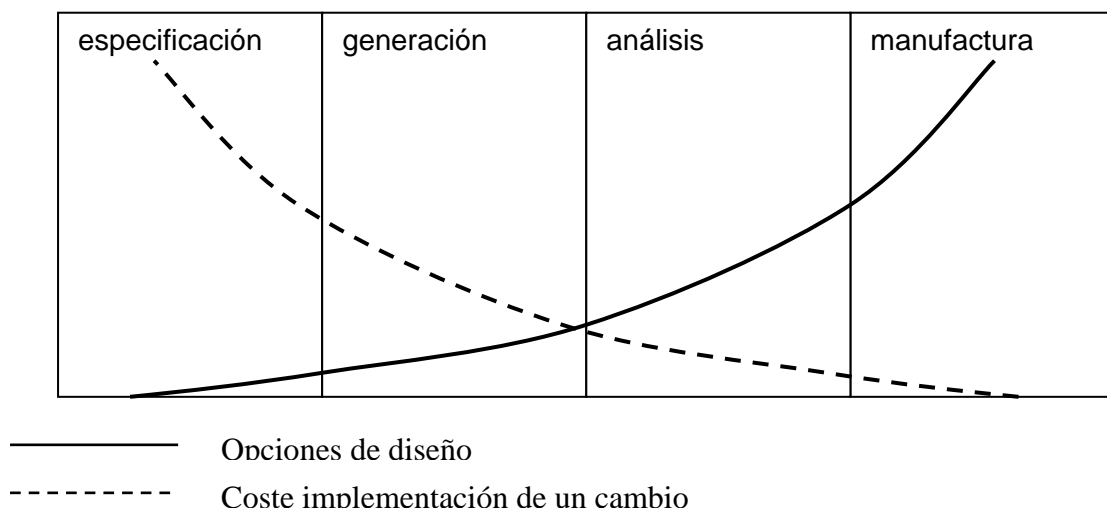


Ilustración 30. Relación entre diseño y coste (Bertoline)

En EEUU la evolución de la comunicación gráfica (gracias a las herramientas informáticas) ha conllevado una explosión de los usuarios en el área EGI. Todo el personal de una institución utiliza herramientas gráficas en tanto que todos ellos forma parte del proceso de diseño del producto.

Nueva organización postindustrial en la universidad norteamericana

Las TIC están asociadas con las formas de organización postindustriales, basadas en trabajadores cualificados y flexibles, con un alto grado de autonomía y organizados en unidades operativas relativamente pequeñas y ágiles. En Norteamérica, al creer verdaderamente importante la aplicación de las TIC en sus universidades, han empezado a cambiar la organización interna de sus centros universitarios con mentalidad postindustrial: *“Los centros universitarios (...) se han caracterizado por una mezcla de formas de organización agrarias e industriales, con unas estructuras y unos procedimientos jerárquicos, burocráticos y relativamente inflexibles (...) La introducción de nuevas tecnologías para la enseñanza exigirá una evolución importante hacia formas de organización postindustriales en los centros universitarios”*¹⁰¹. En un origen, la introducción de las TIC en las universidades se llevó a cabo a partir de profesores a título individual, pero este sistema no funciona, pues es caro y poco eficaz. El doctor Tony Bates propone un planteamiento de gestión para cada proyecto, basado en una financiación vinculada a unos objetivos previamente fijados, a un equipo de trabajo, a un determinado presupuesto y a planes de producción. Para que ello pueda llevarse a cabo, las universidades norteamericanas están contratando personal tecnológico para apoyo de sus profesores, con una extraordinaria inversión en redes, hardware y software no solo para las necesidades académicas sino también para las administrativas. Se recomienda que al menos el 5% del presupuesto base de la enseñanza se dedique al apoyo técnico.

El buen uso de la tecnología, utilizándola en el proceso de enseñanza y aprendizaje, es uno de los puntos que se tienen en cuenta a la hora de contratar (y ascender) al profesorado. Para enseñar tecnología se requiere un alto grado de destreza, y esto exige una formación tecnológica, pero también un gran capacidad educativa.

La aplicación de las TIC en la enseñanza universitaria norteamericana tiene un coste conocido. Los centros de enseñanza superior tienen procedimientos de contabilidad basados en la actividad desarrollada. La aplicación de las TIC tiene un precio, pero lo importante es saber cual es para poder aplicar las estrategias de financiación más adecuadas en cada caso. En opinión del doctor Tony Bates son básicamente tres: las subvenciones externas, las tasas para tecnologías de los

¹⁰¹ “COMO GESTIONAR EL CAMBIO TECNOLÓGICO. Estrategias para los responsables de centros universitarios.” A.W. Bates. Pág 20. Ediuc. Gedisa Editorial. Barcelona 2001. ISBN 84-8429-400-5

alumnos y la reasignación de recursos. Esta última es la de más difícil aplicación puesto que supone no más dinero para el total de la universidad sino, que con el mismo presupuesto hay que implementar la aplicación de las TIC, pero a la vez es la que demuestra un verdadera implicación en el cambio tecnológico, puesto que reasignar fondos básicos para el funcionamiento de la universidad es cambiar la propia institución.

La estructura organizativa de las universidades norteamericanas basadas en la tecnología es una mezcla de estrategias centralizadas y descentralizadas. Centralizadas como una gran organización que busca una masa crítica que optimice sus inversiones. Y descentralizadas porque en cada universidad y/o departamento existen servicios de apoyo técnico especializado.

Estudio conceptual y semántico en relación a la Ingeniería Gráfica

En este capítulo se desglosa el concepto de lo que nuestros alumnos llaman de forma simplificada “*dibujo*”. Según la Real Academia Española, dibujar significa “*delinear en una superficie, y sombrear imitando la figura de un cuerpo*”¹⁰². Así pues, cuando nosotros dibujamos un objeto industrial lo que pretendemos es “*imitar*” esa figura geométrica en un algún tipo de soporte (papel o electrónico).

Muy breve historia de la comunicación gráfica

Se puede afirmar que el dibujo es tan antiguo como la humanidad. La evolución tecnológica de nuestra especie ha tenido un paralelismo directo con la comunicación gráfica del género humano. Los dibujos de las cavernas de 12.000 años antes de Cristo ilustran la experiencia humana prehistórica. Para los paleontólogos estos dibujos son documentos religiosos (¿y quizá dibujos técnicos?) antes que dibujos artísticos.

Los primeros dibujos técnicos

En la Edad de Bronce aparecen los primeros “dibujos técnicos”. Cuando la tecnología (por rudimentaria que sea) es tan compleja que no se puede aprender solo con la visión directa y no se puede arriesgar a depositar todo el conocimiento solo en el cerebro de un personaje de la tribu, aparecen los primeros dibujos técnicos. Dibujos en los que su finalidad no está en mostrar estampas de la vida humana, sino en explicar una rudimentaria tecnología para el aprendizaje de toda la tribu. El lenguaje gráfico es anterior al lenguaje escrito.

La aparición de los primeros instrumentos de dibujo está documentada en Babilonia, origen de la civilización humana. En Lagash podemos encontrar la primera evidencia del “dibujo técnico”. Son dos esculturas de Gudea, ingeniero y gobernador de la ciudad, en la que a sus pies aparece el plan de construcción del templo de Ningirsu, un instrumento de marcaje y una escala.

El siguiente gran paso en dibujo apareció en Grecia. Aunque ciertos conceptos geométricos fueron descubiertos con anterioridad, los griegos fueron los que desarrollaron plenamente la geometría plana. También desarrollaron inteligentes herramientas para perfeccionar el dibujo, como el compás y las escuadras. El máximo esplendor lo podemos encontrar en los arquitectos del

¹⁰² “DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA” Real Academia de la Lengua Española. 20ª edición. 1984. ISBN-84-239-4778-5

Partenón, que desarrollaron técnicas de contracción de ejes y líneas paralelas convergentes. Pitágoras y Tales fundamentaron el canon clásico y los principios de la geometría. Euclides estableció los cinco principios elementales con que todos los objetos geométricos clásicos pueden construirse.

Los romanos fueron inteligentes usuarios de las herramientas de dibujo de los griegos y gracias a su perfeccionamiento pudieron llevar a cabo las grandes obras civiles que desarrollaron por todo su Imperio. Los romanos llevaron a cabo una primera industrialización de sus obras civiles y eso sólo fue posible merced a la sistematización en la comunicación gráfica de sus planos. Vitrubio definió una tríada fundamental en toda la arquitectura romana: "*utilitas, firmitas, venustas*". Las construcciones tenían que cumplir estos tres requisitos, ser útiles, firmes y bellos. De la misma manera los dibujos romanos tenían que ser claros, comprensibles y agradables.

El Renacimiento

Durante la Edad Media no hubo progresos sustanciales en el dibujo, de la misma manera que tampoco fue una gran época para la humanidad. En el Renacimiento aparece un doble enfoque en el dibujo: el no matemático y el matemático. Los grandes precursores del dibujo no matemático fueron Giotto (avances en simetría, escorzos y líneas convergentes) y Massaccio (mejoras en sombreados, coloreados y dibujo en "perspectiva aérea"). Los avances en el enfoque matemático fueron llevados a cabo por el arquitecto italiano P. Brunelleschi, quien demostró los principios teóricos de la perspectiva. A él le siguió Alberti que escribió el tratado "*Della Pittura*" en el que definió matemáticamente la perspectiva en pintura. Durante todo el Renacimiento, varios matemáticos, arquitectos y ingenieros mejoraron las técnicas de la perspectiva. De todos ellos es imprescindible citar a Piero de la Francesca, Leonardo da Vinci, y Durero.

A lo largo de la historia los seres humanos han tratado de representar objetos tridimensionales en superficies bidimensionales. Los primeros artesanos trataron de representar aquello que sus ojos veían. A partir del siglo XV la técnica de la perspectiva ha sido el principal método para comunicarse de manera gráfica.

A principios del siglo XIX Wilian Farish introdujo el dibujo isométrico. Y a lo largo del siglo XIX se introdujo la gráfica para representar la variación de cantidades dibujadas a lo largo de dos ejes de coordenadas, como método gráfico para la mejor comprensión de los resultados de los numerosos experimentos científicos que se estaban empezando a desarrollar.

Gaspard Monge

Este brillante matemático francés, nacido en 1746, fue el precursor de la primera ciencia del dibujo técnico, a la que el mismo definió como Geometría Descriptiva en su libro publicado en 1795. También desarrolló el sistema de los planos acotados cuando trabajó como técnico cartográfico de Napoleón, pero estas

técnicas fueron consideradas secreto militar durante más de treinta años por el ejército francés.

Los fundamentos de la actual proyección ortogonal gráfica no han cambiado mucho desde entonces, aunque si lo hayan hecho los métodos y las herramientas, así como los estándares y las convenciones. Nuestro dibujo CAD se fundamenta en las bases matemáticas de Monge y en la geometría computacional.

Diseño Asistido por Ordenador

El ordenador ha supuesto un gran impacto en los métodos para el diseño y la representación gráfica de objetos industriales. Comúnmente se considera a Ivan Shuterland como el origen del Diseño Asistido por Ordenador (DAO-CAD en inglés). Cuando en 1963, este estudiante del MIT presentó su tesis doctoral sobre las gráficas interactivas por ordenador, estaba sembrando la semilla de nuestro actual CAD, del que tenemos los primeros rudimentarios inicios en 1970. El modelado tridimensional se puede datar en 1985, y en 1990 el modelado con restricciones. El Diseño Asistido por Ordenador con herramientas 3D ha permitido una síntesis de conocimientos de nuestra área EGI: *“el desarrollo de cuerpos en tres dimensiones da al alumno una imaginación espacial, a la vez que potencia los conocimientos de Geometría Plana, Sistemas de Representación, Normalización, etc... ya que debe crearse un boceto del cuerpo, analizar sus formas, generar el sólido, proyectarlo, cortarlo, acotarlo, etc... y se dentar en una nueva didáctica de montaje de elementos sobre cualquier tipo de mecanismos”*¹⁰³.

En la actualidad la realidad virtual está empezando a utilizarse como herramienta de diseño.

¿Qué es la comunicación gráfica? Algunas definiciones.

Existen diferentes respuestas a esta simple pregunta, en función del autor y también en función de la época histórica en la respondamos.

Para algunos autores la comunicación gráfica es la demostración de la superioridad humana: *“Mediante la inteligencia un hombre puede suplir las deficiencias que en su fortaleza biológica puede tener respecto de las demás especies animales. Pero es gracias a la comunicación (gráfica) y la consecuente formación de sociedades por lo que el género humano desarrolla al máximo sus*

¹⁰³ DESARROLLO DEL PRODUCTO: DEL BOCETO A LA REPRESENTACIÓN EN VIDEO. Ponencia presentada por Bermúdez Rodríguez, Fernández Martínez y otros en el XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao-Donostia. Junio 1997. Edita Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería de la EHU. Pág. 219 volumen 1. BI-788-97

*capacidades*¹⁰⁴. La mayoría de los autores relacionados con la comunicación gráfica tienen una visión de su disciplina próxima a este enunciado. Para ellos, los dibujos tienen una importancia más allá de ellos mismos, y son parte de un proyecto de ingeniería, no solo una representación de este proyecto, para ellos pensamiento gráfico y comunicación gráfica son sinónimos: *“El pensamiento gráfico o comunicación gráfica, no es lo único necesario para resolver problemas o pensar creativamente, pero puede ser una herramienta básica, pudiendo abrir canales de interacción con uno mismo y con las personas con quien trabaja. El pensamiento gráfico aprovecha la capacidad de la percepción visual explicando las imágenes visuales, que al ponerlas sobre papel les otorga una existencia propia. Los dibujos generados tienen importancia porque muestran como se piensa sobre un problema, no sólo que se piensa del mismo, contribuyendo al diseño: 1- Facilitando la exploración y diversidad del pensamiento de cada diseñador. 2- Abriendo el proceso de diseño desarrollando la comunicación*¹⁰⁵.

Para el profesor G.R. Bertoline, la comunicación gráfica *“es un medio eficaz para comunicar ideas y soluciones a problemas técnicos*¹⁰⁶. Evidentemente esta es la respuesta de un reputado profesor de dibujo técnico (jefe del departamento de Dibujo Técnico de Purdue University en 1999), pero existen otras posibles definiciones.

También nos interesa diferenciar los términos *Comunicación Gráfica*, de *Dibujo Técnico*, de *Dibujo Industrial* y de *Geometría Descriptiva*, muchas veces citados erróneamente como sinónimos. De hecho, algunos autores empiezan a hablar de comunicación gráfica con la aparición de los ordenadores y las primeras aplicaciones informáticas, buscando el primitivo origen en la electrónica industrial aplicada a la comunicación. Valga como ejemplo la presentación del año 1983 del catedrático Alexandre Sanvisens respecto un libro dedicado a la comunicación visual: *“Convé remarcar la contribució que la informàtica i els ordinadors electrònics estan fent i poden fer als mitjans de comunicació, ajudant en forma decisiva a la seva precisió i al seu millorament, a la seva evolució, ja sia completant els medis comunicatius pròpiament dits, ja sia coordinat la seva tasca amb la dels medis indicats, venint a constituir en vista al futur, una nova forma de realització informativa-comunicativa*¹⁰⁷ más aun previendo la explosión de Internet *“i encara*

¹⁰⁴ “EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA. Introducción al Dibujo Industrial”. J.L. Perez Diaz, S.Palacios Cuenca. Pagina XI. Editorial Prentice Hall. Madrid 1998. 1ª edición. ISBN 84-8322-139-X

¹⁰⁵ “EL PENSAMIENTO GRÁFICO. UN PROCESO DE COMUNICACIÓN” Ponencia presentada por Fernando Julián Pérez y otros en el XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander Junio 2002. <http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/xivcongreso.html>

¹⁰⁶ “DIBUJO EN INGENIERÍA Y COMUNICACIÓN GRÁFICA”. Bertoline, Wielbe, Miller, Moler. 2ª edición. Página 6. McGraw-Hill Interamericana Editores. México 1999. ISBN 970-10-1947-4

¹⁰⁷ Presentación de Alexandre Sanvisens “LA COMUNICACIÓ VISUAL”. Federico Fernández y Josep Mª Monguet. Página 8. Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya. 2ª edición. 1985. ISBN 84-7653-000-5

s'esdevindran noves i sorprenents modalitats comunicatives, que caldrà descobrir, desxifrar i discriminar en tot el seu impuls i la seva repercussió”.

El Dibujo Técnico

Según los profesores de Dibujo Técnico, su disciplina es siempre aquello que “hace” al ingeniero. Así lo definen los profesores de la ETSIIM (UPM) Jesús Felez y M^a Luisa Martínez *“El Dibujo Técnico es el lenguaje a través del cual el técnico, por un lado registra sus ideas y la información exterior y, por otro las comunica a otras personas para su materialización práctica”*¹⁰⁸. La idea que aquí subyace es que sin dibujo técnico no hay comunicación.

Otros autores también definen el Dibujo Técnico como Dibujo Industrial, recordando la importancia de su reconocimiento para el correcto desarrollo de la actividad del ingeniero. El catedrático Javier Rodríguez de Abajo afirma que *“El Dibujo Industrial es un lenguaje universal y, como tal, está sujeto a unas normas, que deben conocer aquellos que lo practican. Este lenguaje se manifiesta de forma escrita en los planos industriales que se transmiten entre empresas y entre personas y, por ello, todos deben interpretar correctamente lo que en ellos se representa.”*¹⁰⁹. Quien no conozca las “normas” no podrá establecer comunicación. No solo el castellano tiene esta acepción del término, el “Diccionari de la Llengua Catalana” define dibujo industrial como *“sistema de representació emprat en la indústria per a representar ginys mecànics, instal.lacions, processos, etc...”*¹¹⁰. El “Diccionari” nos aclara que además de servir para representar elementos mecánicos puede representar otros elementos industriales como instalaciones y procesos.

En el mismo sentido anterior el profesor Iñiguez Herrero define el dibujo técnico como *“Representación convencional de un objeto que nos permite conocer con exactitud, en su forma y dimensiones, cómo es dicho objeto. Los convencionalismos citados se basan en los sistemas de representación, estudiados por la geometría descriptiva y en una serie de normas establecidas por los organismos nacionales e internacionales de normalización. La ejecución y el trazado de los dibujos técnicos tiene lugar en base a los conceptos de la geometría métrica, la cual se aplica en la práctica mediante el denominado dibujo geométrico o geometría gráfica”*.¹¹¹

¹⁰⁸ “DIBUJO INDUSTRIAL”. Jesús Felez, M^aLuisa Martínez. Página19. Editorial Síntesis SA. Madrid 1999. ISBN 84-7738-331-6

¹⁰⁹ “NORMALIZACIÓN DEL DIBUJO INDUSTRIAL”. F. Javier Rodríguez de Abajo, R. Galarraga Astibia. Prólogo. Editorial Donostiarra. San Sebastián 1993. ISBN 84-7063-181-0

¹¹⁰ “DICCIONARI DE LA LLENGUA CATALANA”. ENCICLOPÈDIA CATALANA. Pag 523. 11 edició. Barcelona 1990. ISBN-84-85194-45-4

¹¹¹ http://aegi.euitig.uniovi.es/teoria/dibujo_industria.

Podemos concluir pues que el dibujo industrial es un lenguaje gráfico, preciso y universal que tiene su fundamento en la geometría, pero que también usa símbolos y representaciones simplificadas para incrementar las capacidades comunicativas del plano industrial.

La Geometría Descriptiva

La geometría descriptiva es una parte de la Geometría, antigua ciencia que ha acompañado al hombre desde el origen de la historia escrita. El desarrollo intelectual humano ha ido parejo en el desarrollo de diferentes ramas geométricas, desde la geometría demostrativa de los antiguos griegos hasta su liberación camino de las neoeuclidianas, contribuyendo al desarrollo de las matemáticas, la ciencia y la tecnología. Algunos autores actuales están trabajando en un intento de recuperar una visión conjunta de la geometría *“se propoem a presentar uma proposta alternativa para o ensino da Geometria onde se estabelece e se privilegia a visao de conjunto e se busca reduzir a distancia entre os conteudos de Matemática e a sua efetiva implementação prática. Para atingir as metas propostas, utilizou-se de um ambiente hipermídia onde o conteúdo geométrico é veiculado por meio da arte e da história e o usuário interage em um ambiente lúdico que tem por metáfora una viagem do tempo”*¹¹²

Según la Real Academia Española, la Geometría Descriptiva es *“parte de las matemáticas, que tiene por objeto resolver los problemas de la geometría del espacio por medio de operaciones efectuadas en un plano y representar en él las figuras de los sólidos”*¹¹³. Es importante destacar la base matemática de la Geometría Descriptiva, a la vez que se destaca que es la geometría del espacio, una parte de la geometría.

Para muchos autores la Geometría Descriptiva representa las normas gramaticales del lenguaje universal de Dibujo. Por ejemplo para el Dr. Giesecke (de la universidad de Texas): *“La Geometría Descriptiva es la geometría tridimensional que proporciona las bases para las aplicaciones prácticas del lenguaje, y mediante la cual, muchos de sus problemas pueden resolverse de forma gráfica”*¹¹⁴. Desde este punto de vista, la Geometría Descriptiva no sería aquello que aterra a muchos de los actuales estudiantes de dibujo, sino sólo la herramienta “mecánica” que permitiría desarrollar el dibujo técnico, y por lo tanto llegar a posibilitar la comunicación. Hoy en día no precisamos de la geometría descriptiva porque los

¹¹² “CAMINANDO NO TEMPO COM A GEOMETRIA” Ponencia presentada por Vania Ribas Ulbricht y otros en el XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander Junio 2002. <http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/xivcongreso.html>

¹¹³ “DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA” Real Academia de la Lengua Española. 20ª edición. 1984. Página 687. ISBN-84-239-4778-5

¹¹⁴ “DIBUJO TÉCNICO”. Frederick E. Giesecke, Alva Mitchell, Henry C. Spencer, Ivan L. Hill. Pagina 19. Grupo Noriega Editores. México 1992. 5ª edición. ISBN 968-148-0963-7

ordenadores están basados en la geometría computacional. Los ordenadores calculan la geometría de los objetos, las personas tienen que diseñar los objetos: *“del mismo modo que la calculadora no excluye la necesidad de comprender las matemáticas, las computadoras no eliminan la necesidad de aprender los principios básicos del modelado y el dibujo geométricos para el proceso de diseño”*¹¹⁵. No tiene sentido que desarrollemos los mismos ejercicios que Gaspard Monge, de la misma manera que no tiene sentido que recordemos cómo se calcula una raíz cuadrada, porque tenemos calculadoras, pero sí que tenemos que saber cuándo aplicar una raíz cuadrada y el significado matemático de ella.

La utilización de las herramientas informáticas solo pueden ser beneficiosas para la Geometría Descriptiva si se comprende el concepto propio de la base técnica-científica que la sustenta. De esta misma opinión es Xavier Codina, profesor del departamento EGE de la UPC, al afirmar: *“hemos podido comprobar que la utilización de los programas de CAD en 3-D cumple perfectamente los objetivos que proponía Gaspard Monge (...). Al mismo tiempo que simplifica las operaciones, potencia aún más la concepción espacial”*.¹¹⁶

La Normalización Industrial

En 1917, M. Frontard definió el concepto norma como *“un dato de referencia resultante de un acuerdo colectivo y razonado, con vista a servir de base de entendimiento para la resolución de problemas técnicos”*.

A finales de siglo XIX Alemania intentó reducir el coste de las fabricaciones en serie aplicando una cierta normalización. En 1917 se creó el *“Comité de Normas de la Industria Alemana”* que en 1926 se convirtió en la famosa *“Deustcher Normenausschus”* (DNA). Otros países industriales hicieron lo propio: en 1919 se creaba la *“British Standards Institution”* y 1918 se constituyó la *“Associattion Française de Normalization”* (AFNOR). En 1926, y fruto del aumento del comercio internacional después de la 1ª Guerra Mundial, se puso de manifiesto la necesidad de creación de un organismo multinacional que regulara su cooperación, así nació la *“International Federation of the Natinal Standardizing Associations”* (ISA, después la ISO).

Según la definición fundamental (de 1940) del Comité Alemán de Normalización *“La Normalización es un término general que significa la reglamentación de un gran número de fenómenos, a fin de ordenarlos de una*

¹¹⁵ “DIBUJO EN INGENIERÍA Y COMUNICACIÓN GRÁFICA”. Bertoline, Wielbe, Miller, Moler. 2ª edición. Página 14. McGraw-Hill Interamericana Editores. México 1999. ISBN 970-10-1947-4

¹¹⁶ “PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA INFORMATIZACIÓN DE LA DOCENCIA DE TÉCNICAS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA”. Xavier Codina. Ponencia presentada en el XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Volumen III. Pág.1345.ISBN 84-699-0475-2. Ed. Secretaría del XI CIIG. Logroño-Pamplona 1999.

*manera tan unificada y lógica como sea posible*¹¹⁷. Normalizar no es nada más que simplificar, unificar y especificar elementos industriales. La Normalización del Dibujo Industrial no es más que la aplicación de unas normas para la comprensión universal de nuestros dibujos industriales, para permitir la existencia de comunicación. De la misma manera lo explica el profesor Rudolf Schmidt “para que el dibujo pueda utilizarse como medio auxiliar práctico en la resolución de problemas técnicos y sea posible “leerlo” inequívocamente, tiene que trazarse siguiendo unas reglas determinadas”¹¹⁸. Esas reglas son lo que se denomina Normalización del Dibujo Industrial.

En el momento que tenemos potentes herramientas CAD, lo que nos interesa de la normalización es saber aplicar su filosofía correctamente dentro de nuestros programas informáticos.

Laboratorio virtual

Un Laboratorio Virtual es *“la combinación de diversas tecnologías e interfaces que permiten a uno o más usuarios interactuar en tiempo real con un entorno o mundo dinámico tridimensional generado por ordenador”*¹¹⁹. Esta primera definición presupone que la diferencia entre un laboratorio “virtual” y otro “real” solo radica en la condición no presencial del laboratorio virtual. Pero un laboratorio virtual tiene otras ventajas. En los últimos años las herramientas que facilitan el desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual han experimentado un gran avance. Mediante estas herramientas se crean entornos multimedia que permiten interactuar de forma amigable e intuitiva, pedir información, mostrar resultados, ver aplicaciones, etc. Este tipo de tecnologías, se pueden utilizar en una primera fase como complemento en la formación universitaria, sustituyendo a los clásicos laboratorios costosos de acceder, mantener y manipular. Pero lo más interesante de los laboratorios virtuales es que no precisan de la presencia física, y eso permite la explosión del aprendizaje por toda la geografía virtual, de modo que la costosa inversión necesaria para poder mantener al día estos nuevos laboratorios se recupera con un aumento potencial de los usuarios, optimizando las herramientas.

Términos como Laboratorios Virtuales, Espacios Virtuales de Aprendizaje (EVA) y otros parecidos empiezan a ser normales en nuestros procesos de aprendizaje. Los laboratorios virtuales permiten integrar estas herramientas en un verdadero nuevo paradigma de aprendizaje.

¹¹⁷ “ELEMENTOS DE NORMALIZACION. DIBUJO TÉCNICO 3”. D. Corbella Barrios. Madrid 1970. Editorial Donostiarra. Depósito legal M-17669-1970

¹¹⁸ “GEOMETRICA DESCRIPTIVA CON FIGURAS ESTEREOSCOPICAS” R. Schmidt. Ed. Reverte. Barcelona 1986. Página VII. ISBN-84-291-5135-4

¹¹⁹ LABORATORIO VIRTUAL www.paisvirtual.com/educacion/pedagogia/labvir

Realidad Virtual

Para Mike Hammer el término realidad virtual es un concepto redundante. La realidad virtual puede hacer que lo artificial parezca tan real, o incluso más, que la propia realidad. De hecho, la única finalidad de la realidad virtual es que parezca real. Si los simuladores de vuelo no fueran muy reales los pilotos no aprenderían cómo comportarse cuando subieran a un avión de verdad cargado de pasajeros.

En 1968 Ivan Shuterland presentó el primer sistema de realidad virtual instalado en un casco. Después la NASA, y el Departamento de Defensa norteamericano llevaron a cabo algunos carísimos prototipos utilizados en la exploración espacial y en aplicaciones militares, como el pilotaje de tanques y submarinos. Era la prehistoria de la realidad virtual, solo posible en organizaciones con mucho dinero para la investigación, y en usos idóneos, puesto que la realidad "real" obligaba de todos modos a mirar a través de un casco o unos binoculares. Hoy en día, que disponemos de ordenadores de gran capacidad de memoria, velocidad y bajo coste, la realidad virtual se instalará primero como un medio más de entretenimiento, y después como una herramienta complementaria en el proceso de aprendizaje, pero nunca sustituirá a los demás sistemas.

La idea básica de la realidad virtual es provocar la sensación de "estar ahí", cambiando instantáneamente la imagen cuando uno cambia de punto de vista. La percepción de la realidad espacial la genera el tamaño relativo de los objetos, el brillo, el movimiento angular y la perspectiva entre otras indicaciones visuales. Esta última es particularmente poderosa en su forma binocular, en la que el ojo derecho e izquierdo ven imágenes diferentes, que fusionando da lugar a la percepción en tres dimensiones (que es la base de la estereovisión). El "paralaje del ojo" (la sensación de profundidad que experimentamos cuando cada ojo ve un imagen ligeramente distinta del otro) es más efectivo en objetos cercanos. Esa es la explicación por la que la mayoría de las películas en 3D siempre aparecen objetos volando hacia el público, para poder apreciar esta realidad virtual. Cuando miramos con una gafas de realidad virtual y movemos la cabeza, las imágenes se actualizan tan deprisa que nos da la impresión de estar haciendo estos cambios con el movimiento de la cabeza, pero es el ordenador el que sigue nuestro movimiento. Se tiene la sensación de que uno mismo es la causa, no el efecto.

Las imágenes más reales logradas mediante los gráficos por ordenador son aquellas basadas en el uso de las técnicas *Ray Tracing* (Trazado de Rayos) y *Radiosity* (Radiosidad). La primera no tiene en cuenta los efectos difusos de la iluminación, mientras que la segunda no aborda los efectos especulares, por eso desde el inicio de la década de los 90 surgen unos modelos de iluminación denominados Técnicas Híbridas que pretenden incluirlos.

Comunicación Mediatizada

La Comunicación Multimedia "tan solo" es una comunicación mediatizada. La comunicación mediatizada existe desde mucho antes de la aparición de las TIC.

Podemos encontrar la definición de 1983 de Federico Fernández y Josep M^a Monguet en la afirman *“entendem per comunicació mediatitzada aquella que es serveix d'un mitjà tècnic pel registre o la transmissió del missatge. El missatge mediatitzat ha de ser analitzat com a imatge del missatge directe”*¹²⁰. Traspasar documentos directamente desde la comunicación directa a la mediatizada es un error. No podemos crear entornos virtuales de comunicación despreciando todos los conocimientos adquiridos de la comunicación presencial, copiando directamente cosas que funcionaban en la comunicación cara a cara pero nunca podrán funcionar en entornos multimedia.

Los mensajes creados con registros de la realidad convenientemente expresados pueden crear en el receptor una sensación de imagen fiel y “real” y no manipulada de la realidad. Cualquiera que sea el tipo de intervención sobre el mensaje original, el emisor lo elabora de manera que transmita al receptor aquello que él quiere decir. El receptor identifica el símbolo con la realidad, cuando este símbolo no es nada más que la traducción que el emisor hace de la realidad.

Comunicación Multimedia

Llamamos Comunicación Multimedia, a un sistema de información en la que se combinan diferentes sentidos, vista y oído principalmente, para poder aumentar su capacidad comunicativa *“A term that refers to the combined use of such media as audio, text, graphics, and/or video clips to present information”*¹²¹. Si no hay una mejora en la comunicación los sistemas multimedia dejan de tener sentido. La Comunicación Multimedia solo ha podido existir desde el momento que la técnica ha permitido digitalizar la información. Así lo explica el profesor Negroponte: *“Los bits se mezclan fácilmente. Se combinan y pueden usarse y reutilizarse juntos o por separado. La combinación de sonido, imagen e información se llama multimedia; aunque suenen complicado, solo se trata de mezclar bits”*¹²².

Las técnicas y comunicaciones multimedia son una oportunidad para desarrollar nuevos ámbitos científicos y técnicos de interés para el área de la Ingeniería Gráfica. De hecho, la emergencia de las comunicaciones multimedia puede permitir el paralelo resurgir de un área de conocimiento que en los últimos años en España se estaba estancando. Desde mediados de los años 90 existen autores que ya presagiaban esta emergencia, como por ejemplo el profesor José Luis Caro: *“unir la docencia del dibujo industrial con la multimedia en el entorno universitario (...) adecuar las actuales herramientas a los nuevos planes de estudio y*

¹²⁰ “LA COMUNICACIÓ VISUAL”. Federico Fernández y Josep M^a Monguet. Página 35. Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya. 2^a edición. 1985. ISBN 84-7653-000-5

¹²¹ “TELECOSM. How infinite bandwidth will revolutionize our world”. George Gilder. página 320. The Free Press. New York 2000. ISBN0-684-80930-3

¹²² “EL MUNDO DIGITAL” N. Negroponte. Ediciones B. Barcelona 1995. Pág. 33. ISBN-84-406-5925-3

*en este caso potenciar la Expresión Gráfica en la Ingeniería*¹²³. El objetivo último de la comunicación multimedia es intentar facilitar el trabajo para alumnos y profesores. A finales de los años 90, esto empieza a ser una realidad, como podemos ver en los libros de actas de los Congresos de Ingeniería Gráfica, donde se presentan muchas ponencias mostrando experiencias propias de cada departamento. Así por ejemplo el departamento de Ingeniería Gráfica y Fabricación de la UPM, presenta una comunicación en 1999 explicando las virtudes de la informatización y comunicación multimedia que han aplicado a sus asignaturas troncales destacando las siguientes ventajas: “*Para el alumno: 1-Adquirir conocimientos de una forma guiada, pudiendo en todo momento constatar lo aprendido. 2-Plantear las consultas al profesor sin ningún tipo de limitación (...) 3-Trabajar con herramientas que le permiten dibujar con precisión. 4- Disponer de librerías de ejercicios adaptados a cualquier tema. 5- disponer de un conjunto de herramientas interactivas. Para el profesor: 1- Aprovechar las clases presenciales para incidir en los aspectos más conceptuales y de comprensión compleja. 2- Realizar el seguimiento de los alumnos con mayor eficacia. 3- Disponer de un material didáctico de gran ayuda para la mejora de la visión espacial del alumno.*”¹²⁴

Sistemas Interactivos Multimedia

Existen varias definiciones de los sistemas multimedia. Para algunos autores es un punto de confluencia de varias técnicas que permite diferentes formas de representar información, para otros es toda la metodología que permite una conexión lógica de los diferentes medios disponibles para obtener y almacenar toda esta variedad de informaciones, y por último, para otros es el logro tecnológico de la electrónica reflejado en el alto poder de los computadores.

Para Miguel Brigos, profesor del programa de doctorado “Ingeniería Multimedia” de la UPC, un “Sistema Multimedia” o “Sistema Interactivo Multimedia” es “simplemente” cualquier sistema basado en la implementación óptima del concepto de comunicación Hombre-Máquina. En esta definición hay dos conceptos básicos. 1º- La finalidad de un sistema Multimedia es la comunicación, y específicamente la comunicación entre los seres humanos y las máquinas. 2º- La comunicación ha de ser óptima, o sea que la función de la tecnología es la de mejorar en todo lo posible esta comunicación. En este sentido podemos encontrar otras definiciones que hacen hincapié en este concepto de comunicación: “*Multimedia es la integración de los sentidos del ser humano al mundo del computador, con el fin de que la interacción entre computador y usuarios, sea*

¹²³ “EJEMPLO DE APLICACIÓN DE MULTIMEDIA AL DIBUJO INDUSTRIAL”. José L. Caro Rodríguez y otros. Ponencia presentada en el VI Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Tomo II. Página 307. Universidad de Castilla la Mancha. Toledo 1994. ISBN 84-88248-28-8

¹²⁴ “ENSEÑANZA DE INGENIERÍA GRÁFICA ASISTIDA POR INTERNET” A. Carretero Díaz y otros. Ponencia presentada en el XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Volumen I. Pág.267. ISBN 84-699-0473-6. Ed. Secretaría del XI CIIG. Logroño-Pamplona 1999.

*totalmente natural. Multimedia desde la simple capacidad de un computador de controlar periféricos no tradicionales como lo sería un videodisco, o definiciones como la integración de los medios audiovisuales con el fin de mejorar los procesos de dar información, hasta definiciones en las cuales se considera a Multimedia como la nueva revolución del mundo de la computación. Multimedia realmente es el medio más novedoso y efectivo de comunicación y no se debe ver tan solo como una tecnología. Tampoco como aplicaciones tradicionales a las que se han agregado elementos audiovisuales sin una guía clara”.*¹²⁵

La Universidad de Antioquia se basa en los sistemas multimedia para incrementar sus capacidades docentes y crear nuevas capacidades de aprendizaje. Así es como definen un sistema multimedia: *“Usando una combinación innovadora de SOFTWARE de computadores y de HARDWARE de vídeo y computadores, las instituciones pueden crear ambientes de aprendizaje que permitan a los estudiantes moverse de un concepto a otro de acuerdo con su propio ritmo y siguiendo sus propios intereses. Este nuevo uso del control computarizado de medios es a menudo a lo que se refieren como INTERACTIVE MULTIMEDIA (multimedia interactiva), porque permite todo un nuevo nivel de interacción del usuario con su entorno y materiales en formas como: el texto, el audio, los gráficos y el vídeo”.*¹²⁶

Para Christian Guittet un sistema Interactivo Multimedia es “la realización de una simbiosis dinámica entre diversos medios de expresión y diversas representaciones de mundos reales o imaginarios”¹²⁷. Para este autor los sistemas multimedia sólo se impondrán realmente cuando el público pueda acceder sin esfuerzo a productos de una calidad técnica equivalente a aquella a la que está acostumbrado. El desarrollo de los sistemas multimedia unidos al de las autopistas de la información permite que se aprecie actualmente la aldea global anunciada por McLuhan y estas nuevas posibilidades de acceder al conocimiento y la información constituyen sin duda una revolución comparable a la invención de la imprenta hace 500 años.

¹²⁵ <http://www.geocities.com/peprubio2000/definiciones>

¹²⁶ <http://ayura.udea.edu.co/tecnologia/defmulti.html>

¹²⁷ http://www.fuentesestadisticas.com/numero2/paginas/feu_multi.html

Las TIC, evolución informática en el Área Gráfica

La evolución de las TIC es la que ha permitido el paso del simple concepto de “expresión gráfica” al de la “comunicación multimedia” que parece ser hacia donde se puede desarrollar nuestra área de conocimiento. Por eso es preciso en este capítulo hacer una recapitulación de los principales hitos tecnológicos de los últimos 40 años relacionados con la comunicación visual.

No todos los profesores de los departamentos EGI de las universidades españolas están completamente convencidos de la irreversibilidad de las TIC en nuestra área de conocimiento y continúan creyendo en la imbatibilidad del lápiz: *“¿cómo se puede justificar el binomio lápiz-papel como instrumento por excelencia en la fase conceptual del diseño? A pesar de los esfuerzos, por parte de algunos, que tienden a dar una menor importancia al dibujo en el contexto del diseño, nadie parece capaz de negar que el dibujo potencia la percepción y la creatividad. Los croquis, bocetos, apuntes, etc., son imágenes que se crean casi con un vínculo directo entre la imaginación y la mano, y todo lo que signifique utilizar instrumentos que mediaticen este proceso implica un distanciamiento que va en detrimento de la expresividad”*¹²⁸. Las TIC no tiene porque limitar el diseño, siempre dependerá del uso que se le dé a la tecnología.

La tecnología

La palabra tecnología deriva del griego *tekhné*, que significa “oficio o arte”, y *logía* que significa “estudio de”, de modo que tecnología significa “estudio de habilidad de un oficio”, entendiendo por oficio la actividad por dar forma a los recursos necesarios para un fin práctico. La tecnología comprende la producción de recursos materiales y no materiales, como es la información y la comunicación. La especie humana se ha esforzado en aplicar su conocimiento registrado a la confección de herramientas. A medida que la tecnología ha evolucionado también ha evolucionado los medios para registrar estas bases de conocimientos, desde las tradiciones orales de la antigüedad a las anotaciones escritas de los artesanos del siglo XIX, a la explosión universitaria de los años 80 y finalmente a las bases de datos con asistencia informática de finales de siglo XX.

El lenguaje es otra forma de tecnología de creación humana. Una de las primeras aplicaciones de la tecnología es la comunicación, que permitió al *homo sapiens* sobrevivir en un medio hostil siendo una especie de menor poder de las que los rodeaban.

¹²⁸ “EL PENSAMIENTO GRÁFICO. UN PROCESO DE COMUNICACIÓN” Ponencia presentada por Fernando Julián Pérez y otros en el XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander Junio 2002. <http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/xivcongreso.html>

De hecho las TIC han permitido un salto tecnológico inigualable en la historia de la humanidad, mayor incluso que otros grandes hitos en la evolución humana. Para algunos autores como Miquel Barceló, los factores multiplicadores de las TIC suponen uno de los mayores saltos de la humanidad: *“Las grandes revoluciones tecnológicas que han configurado nuestra historia como especie civilizada corresponden también a tecnologías con un factor multiplicador reducido. Se estima un factor del orden 100 en el caso de la agricultura (...). El factor multiplicador sería de 1.000 en el caso de la revolución industrial. El hecho diferenciador de las modernas tecnologías de la información, y con ello la posible justificación de lo que algunos ya han bautizado como la revolución de las tecnologías de la información, radica en unos factores multiplicadores muy superiores, en realidad del orden del millón. La informática (...) permite hacer en millonésimas de segundo los cálculos y operaciones que, sin informática, exigen tiempos de cómo mínimo un segundo. Las telecomunicaciones electrónicas aportan igualmente un factor multiplicador del orden del millón ya que transmiten en millonésimas de segundo (...) lo que sin esta tecnología de transmisión debe medirse como mínimo en una escala del orden de segundos. Por ello las tecnologías de la información (informática mas telecomunicaciones) pueden llegar a disponer de un factor multiplicador del orden de un billón”*¹²⁹

Las primeras máquinas automáticas

En 1810 en Alsacia se construyeron las primeras máquinas *automáticas* de calcular. Eran máquinas basadas en la Máquina de Leibniz, es decir mecanismos capaces de realizar eficientemente sumas y multiplicaciones. Pero estas máquinas no eran automáticas del todo, pues siempre necesitaban de alguien que las manejara. La primera máquina completamente automática es obra de Charles Babbage. Para que su Máquina Analítica fuera completamente autónoma Babbage la dotó de los siguientes elementos: un lugar de *almacenamiento* (donde guardar y leer los números del problema a resolver), una *unidad de proceso* (para realizar los cálculos de los números almacenados), un *sistema de control* (que dictara a la unidad de proceso la adecuada secuencia de realización de operaciones), un *dispositivo de introducción* de los datos del problema, y un *sistema de salida* que presentase los resultados de un determinado proceso. La concepción de la máquina de Babbage es la misma que la de los ordenadores actuales, cambiando los términos *almacenamiento* por *memoria RAM*, *unidad de proceso* por *CPU*, *sistema de control* por *software*, *dispositivo de introducción* por *teclado*, y *sistema de salida* por *pantalla o impresora*.

Babbage murió en 1871 amargado e incomprendido. El ingeniero textil Jacquard adaptó la máquina de Babbage con la utilización de varillas metálicas y fichas perforadas para la confección de telas con los dibujos más complicados, que

¹²⁹ “EL MUNDO DIGITAL” N. Negroponte. Ediciones B. Barcelona 1995. ISBN-84-406-5925-3. Prólogo de Miquel Barceló, pág 10

indicaban al telar cuando debía introducirse una determinada varilla con ciertos hilos de determinados colores y cuando no.

International Business Machines. IBM

El siguiente gran avance tecnológico para conseguir la máquina automática perfecta llegó desde los EEUU, a raíz del concurso para mejorar la elaboración del censo en 1890. Su ganador fue Herman Hollerith, que tomado como modelo las tarjetas perforadas de Jacquard y observando que las respuestas al cuestionario del censo podían ser codificadas, ideó un sistema para realizar los orificios en las tarjetas en determinadas posiciones que a su vez podían ser detectados por medios eléctricos, no mecánicos. Con el sistema de Hollerith, el censo de los 62 millones de norteamericanos sólo tardó dos años en realizarse, contra los siete años y medio que tardó el censo de 1880. La revista *Scientific American* publicó el número de agosto de 1890 casi íntegramente al gran avance de Hollerith. Además de inventar la ficha perforada, fundó la *Tabulating Machine Company*, que en 1924 se fusionaría con otras empresas para crear la *International Business Machines -IBM-*, cuyos ingresos en el periodo 1930-1950 provenían en un 30% de la venta de fichas perforadas.

En 1937 la IBM financió la *Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC)*, máquina completamente automática de Howard Aiken de la Universidad de Harvard. La MARK I (nombre con la que fue popularmente conocida) era un gigantesco aparato electromecánico que pesaba 5 toneladas y ocupaba toda una habitación. Contenía más de 300 relés y más de 800 Km. de cables. A pesar de su tamaño y peso, y que sólo podía realizar cálculos aritméticos relativamente sencillos en un lapso de tiempo relativamente corto (por ejemplo para multiplicar dos cifras de 23 dígitos tardaba unos 6 segundos) la MARK I fue considerada un gran ingenio.

Leonardo Torres Quevedo

El Ingeniero Leonardo Torres Quevedo es uno de los pocos españoles que destaca en la investigación y el desarrollo histórico del campo de la Automática, y de lo que el particularmente llamaría *máquinas algebraicas*, cuya finalidad sería resolver las ecuaciones numéricas de cualquier grado con magnitudes continuas, es decir, generar de una manera continua y automática todos los valores por los que va pasando un polinomio racional y entero. Primero estudió las máquinas analógicas de tipo mecánico, pero su gran aportación llegó en 1914 con la presentación del estudio *“Ensayos sobre Automática. Su definición. Extensión teórica de sus aplicaciones”* donde muestra dos tipos de autómatas según actúen de forma continua (máquinas analógicas) o lo hagan a través de impulsos (digitales). En esta obra Torres Quevedo desarrolla un proyecto para realizar operaciones aritméticas por procesos digitales y expone un procedimiento original para comparar dos cantidades. El ingeniero explica que el fracaso de Babbage estaba en el uso de elementos mecánicos, que el sustituye por dispositivos electromecánicos.

Torres Quevedo construyó tres máquinas para desarrollar sus ideas en Automática: *el Telekino* (1903) autómatas que ejecutaba órdenes recibidas a través de la telegrafía sin hilos (considerado el primer aparato de teledirección del mundo); *el Ajedrecista* (1912) máquina de tipo electromecánico que constituye una de las primeras manifestaciones en Inteligencia Artificial, y *el Aritmómetro Electromecánico* (1920) una de las primeras computadoras digitales electromecánicas.



Ilustración 31.
Leonardo Torres
Quevedo

La primera generación

La utilización de las válvulas (o tubos de vacío) y la implantación del sistema de numeración binario (en vez del sistema decimal de numeración) fueron los dos grandes hitos hacia la Primera Generación de ordenadores. En 1929 la *American General Election* se decidió a usar la válvula Thyratron como relé, haciendo posible la acumulación de datos. En el mismo sentido, en 1931 el inglés William Phillips publicó un trabajo en el que se abogaba por la utilización de válvulas y un sistema de numeración binario. Sin embargo, históricamente se ha considerado a John von Newman como el auténtico impulsor del sistema binario, diseñando una arquitectura que sería usada por la industria durante mucho tiempo, conocida como *arquitectura von Newman*.

En 1947, Eckert y Machly (de la Universidad de Pennsylvania) construyeron la ENIAC, máquina electrónica desarrollada con fines militares (para resolver problemas relacionados con la trayectoria de proyectiles) que es considerado el Primer Ordenador, al aplicar enteramente los desarrollos antes mencionados.

En 1949 Eckert y Machly abandonan la universidad para fundar su propia compañía, que desarrollaría en su primer contacto en BINAC, ordenador de diseño secuencial que introduciría la novedad de utilizar cinta magnética para almacenar información. Su siguiente proyecto, el *Universal Automatic Calculator (UNIVAC I)* supuso un hito importante en la historia de la informática, al ser el primer ordenador fabricado en serie para vender a clientes civiles (aunque todavía grandes corporaciones) y no sólo a organismos estatales o paraestatales. El UNIVAC suele considerarse el prototipo de la *primera generación de ordenadores*. En 1952 una televisión americana afirmó contra pronóstico, mediante el uso de uno de los primeros ordenadores, la victoria de Eisenhower en las elecciones presidenciales. Desde ese momento inició la carrera hacia la popularización de los ordenadores.

La segunda generación

En 1947 el descubrimiento del transistor tuvo consecuencias trascendentales en el desarrollo de la informática. Los transistores eran más seguros, disipaban mucho menos calor y, sobretodo, ocupaban mucho menos espacio que las válvulas de vacío. Los ordenadores provistos de transistores en vez de válvulas de vacío, supusieron un cambio tan radical en la arquitectura de los ordenadores que fueron denominados ordenadores de segunda generación.

En la década de los 50 se mejoraron los dispositivos de representación de información elaborada por los ordenadores. El Whirlwind del Massachusetts Institute of Technology (MIT) fue el primer ordenador que contaba con un sistema de representación visual autocontrolado. Podía realizar dibujos sencillos, tarea para lo que utilizaba un tubo de rayos catódicos (CRT), aunque el tiempo que empleaba en realizar los cálculos y representarlos impedía cualquier tipo de operación recíproca con el sistema, de manera que la pantalla solo era un mero dispositivo de salida y no una interface (entendida como superficie de contacto) entre usuario y ordenador.

En esta época se desarrollaron dos tecnologías completamente diferentes. La primera que se desarrolló fue el *Direct View Storage Tube (DVST)* también conocido como *Tubo de Almacenamiento*. En ella la información gráfica se envía de una sola vez y se muestra permanentemente en pantalla, siendo la imagen enviada de tipo vectorial, es decir dibujando vectores continuos en línea recta entre dos puntos de la pantalla. Este tipo de representaciones se caracterizaron por la excelente calidad gráfica de sus líneas, pero fue abandonado por la imposibilidad de borrar elementos aislados del dibujo, el no permitir la visualización de animaciones ni imágenes en color, y su ineficacia en el relleno de un área de dibujo.

Para realizar estas tareas que no permitían los DVST se desarrollaron los *Refresh Tube*, en los que se regenera la imagen cada fracción de segundo inferior al nivel de persistencia de la visión, bajo el control de la CPU. Los primeros Tubos de Refresco solucionaron el problema del borrado y la realización de secuencias animadas, pero todavía utilizaban representaciones vectoriales que seguían imponiendo dificultades a la hora de crear áreas de dibujo rellena. Otro problema es que tendían a parpadear, a producir sensación visual de discontinuidad en la representación de la imagen, por lo que se impuso el tubo de refresco que utiliza una trama (Raster) como soporte para generar imágenes.

Hacia finales de la Segunda Generación de ordenadores aparecieron los primeros programas gráficos de acción recíproca o interactivos, pero no fue hasta la lectura de la tesis doctoral de Shuterland "A Machines Graphic Communication System" que se puede empezar a hablar de Computer Aided Design (CAD)

Los primeros CAD

Cuando Ivan Shuterland desarrolló en 1962 el sistema SKETCHPAD en el MIT, se inició la época del CAD. El aspecto innovador del sistema de Shuterland consistía en que permitía que el usuario interactuara gráficamente con el ordenador, a través de una presentación visual y un lápiz óptico.

La estructura de datos utilizada por Shuterland en el ordenador TX-2 era completamente diferente a todo lo que se había realizado hasta entonces, pues estaba basada en la *Topología* del objeto que iba a representar, es decir, describía con toda exactitud las relaciones entre las diferentes partes que lo componían, introduciendo lo que hoy se conoce como *Programación Orientada a Objetos*. Con ella las representaciones visuales de un objeto realizadas en el ordenador estaban basadas en el objeto en si mismo y no en un dibujo del propio objeto.

La historia del software de CAD se encuentra completamente vinculada al desarrollo del hardware por ordenador. El coste de los ordenadores tipo *mainframe* en la década de los sesenta y setenta era tan elevado que solo las grandes empresas y algunos gobiernos podían tener sistemas capaces de poder soportar el software de CAD de la época. Las principales empresas usuarias de estos prehistóricos sistemas CAD eran las corporaciones estadounidenses militares, aeronáuticas y grandes fabricantes de automóviles. El modelado 3-D que desarrolló T.E. Jonson a partir del modelo de Shuterland, conocido como SKETCHPAD-III estaba muy limitado comercialmente por las escasas prestaciones de los *mainframes* más grandes de la época.

La *Tercera Generación* (años 60) de los ordenadores vino dada por la aparición de los Chips (circuitos integrados de estado sólido) que sustituyeron a los circuitos formados por componentes individuales, permitiendo una miniaturización de las maquinas. En los años 70 se desarrolló la *Cuarta Generación*, caracterizada por la fabricación de Ordenadores Personales (PC).

En los años 80, en EEUU se produjo el boom de los primeros paquetes comerciales de modelado 3-D gracias al aumento de las prestaciones de los ordenadores y sobre todo a la disminución de costes de éstos. A partir que estos programas de modelado fueron migrando de los grandes sistemas de cómputo a los sistemas de minicomputadoras, y de aquí a los ordenadores personales, se extendió su uso cada vez más. Hoy en día cualquier PC puede cargar grandes programas de modelado CAD.

Las limitaciones computacionales de los primeros programas CAD, originó que estos fueran diseñados para muy determinadas tareas específicas. La explosión llevada a cabo a partir de los 80 y sobre todo a partir de los PC en los años 90, permitió la aparición de un software CAD de aplicación más universal y capaces de construir modelos muy sofisticados.

El potencial de los ordenadores permitió la aparición de paquetes comerciales de gráficos informatizados, que dejaron de ser dominio exclusivo de

matemáticos y científicos, y permitieron la explosión de usuarios de programas de gráficos por ordenador. La *Association for Computing Machinery (ACM)* creó la *Special Interest Group on Graphics (SIGGRAPH)*, que a partir de 1976 empezó a organizar congresos y a difundir los nuevos conocimientos que se estaban desarrollando.

De la línea al píxel

A finales de la década de los años 60, los investigadores del PARC¹³⁰ inventaron un sistema de gráficos por ordenador basado en las formas, en el cual se gestionaba y se daba textura a las áreas amorfas a través del almacenamiento y la presentación de imágenes como una colección masiva de puntos. En esos momentos, algunos investigadores, como el profesor Negroponte, llegaron a la conclusión de que el futuro de los gráficos por ordenador no residía en las máquinas de trazo de líneas originarias del modelo Sketchpad, si no en sistemas punto a punto como la televisión, que mostraba las imágenes almacenadas en un ordenador sobre la pantalla, al contrario que un tubo de rayos catódicos.

El elemento fundamental de los gráficos por ordenados paso de la línea al píxel. El término *píxel* fue inventado por los que trabajaban en gráficos por ordenador comprimiendo la palabra *picture* y la palabra *element* para designar una matriz de puntos a rellenar como si se tratara de un crucigrama. Un crucigrama que se llena de números. Tres si queremos asignar colores. Los colores primarios necesarios en la televisión, que se obtienen por adición son el rojo, el verde y el azul. Se puede definir un píxel como una molécula compuesta de carios bits. Cuantos más bits por píxel, mas calidad de gráficos, pero más memoria que ocupamos. Cuantos más píxel asignemos por grafico, mas calidad, pero también ocupamos mas memoria. Hoy en día esto no es problema, la memoria de los ordenadores crece de forma logarítmica a medida que su precio desciende, pero en los orígenes de los gráficos por ordenador (años 60-70) era muy cara¹³¹, de manera que la poca potencia que poseía el ordenador se empleaba en otras cosas por fuerza. De ahí que aparecieran los dentados en los gráficos, o en los textos dibujados en las letras O, G, S, etc... En los años 90, el problema de la memoria desapareció, pero los diseñadores inventaron una tipografía con dentados para cuando querían que se producto se viera “informatizado”.

¹³⁰ Centro de Investigaciones de Palo Alto, de Xerox

¹³¹ en 1961 en USA un bit valía aproximadamente 1 dólar. En 1995, 24 millones de bits valían 60 dólares. En 2003, en España 40 GB costaban 70 euros.

La Universidad de Utah

El director del departamento de Informática de la Universidad de Utah, David Evans, tras visionar un documental en que Shuterland mostraba las posibilidades de los gráficos por ordenador, decidió concentrar todos los recursos con que contaba su departamento en una sola área: la creación de imágenes por ordenador (el estudio de las leyes de perspectiva, de la naturaleza de la luz, y de la ciencia del color). Fue una apuesta estratégica arriesgada pero certera, que convirtió a la modesta universidad de Utah en un referente en la creación de gráficos por ordenador. Sus equipos de investigadores fueron reconocidos entre los más avanzados de la época. En 1973 B.T. Phong leyó su tesis doctoral en la que desarrolla el algoritmo que lleva su nombre y que representa una de las posibles soluciones para el tratamiento de la iluminación realista de las imágenes de objetos generados por ordenador. En 1975 E. Catmull investigó la generación de imágenes de superficies curvas generales (sin ecuación matemática). En 1976 James Blinn abordó las técnicas de modelado de superficies, mediante la adición de bloques de color compacto a un dibujo tridimensional que imitaba una estructura de alambre (Wireframe)

New York Institute of Technology

Cuando el *New York Institute of Technology* puso en marcha el proyecto *The Works*, respaldado por muchos millones de dólares, arrebató la primacía en la investigación de los gráficos por ordenador a la universidad de Utah. Con este proyecto la investigación se centraba en los aspectos puramente gráficos de la generación de imágenes por ordenador, o sea la imagen como fin en sí mismo. El proyecto contemplaba la realización de una película de 90 minutos de duración generada íntegramente por ordenador.

Desde mediados de los años 90 la investigación se lleva a cabo en dos líneas fundamentales: 1- El desarrollo de entornos amigables: se trata de diseñar sistemas para que personas sin experiencia puedan operar sin ningún problema en ellos. 2- El estudio de la Realidad Virtual, o sea la creación de mundos virtuales en los que el usuario pueda tener todo tipo sensaciones reales.

Ingeniería multimedia

La posición de emergencia de nuestra área de conocimiento sólo es posible si adecuamos nuestra docencia e investigación a la conjunción de tres elementos insolubles: el desarrollo de la Comunicación Multimedia, la emergencia de la Sociedad de la Información y la evolución constante de la Tecnología de la Información.

Las aplicaciones multimedia han revolucionado el concepto de comunicación. Hace diez años las comunicaciones podían ser resueltas en un solo soporte (por ejemplo un libro en papel, un discurso por la radio, la música en un disco, etc...). Las aplicaciones multimedia ha cambiando esto. Las actuales comunicaciones multimedia mezclan música, lectura, vídeo, etc... puesto que lo importante no es el soporte sino la propia información. Lo que llevan a cabo las aplicaciones multimedia es una mezcla de bits para mejorar nuestra comunicación.

Las aplicaciones multimedia se han desarrollado por toda nuestra sociedad en muy diferentes ámbitos. Si se pretende estudiar una aplicación multimedia dedicada a la docencia lo que tenemos que analizar son sus objetivos y la programación, saber que estructuras desarrollan, el nivel de interacción que se pretende y el grado de multimedia conseguido. La siguiente tabla muestra las diferentes tipologías de aplicaciones y su análisis con las estructuras, interacción y grado de multimedia que se pueden llegar a implementar.¹³²

Tipología	Análisis	Estructuras	Interacción	Multimedia
Entretenimiento	Reglas	Secuencial	Manipulación directa	Textos
Información	BBDD Hipertextos			Imagen digital
Educación	Objetivos programación	Jerárquica	Menús literarios	Esquemas
Promocional	<i>Briefing</i>	Árbol		Ilustraciones
Expresión artística	Diversas aproximaciones	Nodal	Comandos o instrucciones	Modelos 3d
Sistemas expertos	Adquisición del conocimiento	Hipertexto		Modelos 2D
				Animación 2D
				Animación 3D
				Fotografía
				Vídeo
				Voz
				música

Ilustración 32. Aplicaciones multimedia.

¹³² Francesc Alpiste. Conferencia sobre la ingeniería del conocimiento, el 8 de mayo de 2003 en el marco del Programa de Doctorado "Enginyeria Multimedia" de la UPC.

Parece lógico pensar que las aplicaciones multimedia son potentes herramientas que mejoran el aprendizaje de nuestros alumnos. En el caso que estemos hablando de aprendizaje no presencial esta afirmación aún puede ser más rotunda como lo explica Hernane Borges: *“el uso de aplicaciones multimedia como modelos de instrucción para la educación y formación a distancia aumenta la adquisición y retención del conocimiento por los usuarios”*¹³³

Internet

La clave del desarrollo científico y tecnológico actual se apoya en las comunicaciones que permiten difundir la información. Con la llegada de los ordenadores, la información reside en ellos, por lo que se hace necesario que los ordenadores se puedan comunicar, así nacen las redes de ordenadores. De esta manera define Internet George Gilder: *“The global Wide Area Network that utilizes the TCP/IP protocol to connect business, government, home, organizational, and other computers. (...) Often referred to as “the net”*¹³⁴. Internet sirve para mover información en todos los niveles de nuestra vida: trabajo, diversión, estudio, etc...

Podemos situar el origen de Internet a principios de la década de los 70, en plena guerra fría, década en que nace ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network), desarrollada por el Departamento de Defensa de los EEUU. Los Estados Unidos pretendieron desarrollar una red informática que uniera los principales puntos estratégicos del país y que se comportara de forma estable ante una posible destrucción parcial de la red.

Después del nacimiento de ARPANET, la tecnología fue evolucionando hasta llegar a los TCP/IP. Al mismo tiempo se fueron conectando otras redes como fueron Patnet, Usenet, CompuServe y Fidonet. Esto último es lo que caracteriza principalmente a Internet. Se trata de una red de redes, que permite la comunicación entre todos los países, las sociedades, empresas y personas distantes en el espacio pero próximas en una realidad cada vez más virtual. Este es el concepto de aldea global. Se han roto todas las barreras. Fronteras, religión, política o cualquier otra barrera imaginable ya no es obstáculo para la globalización del planeta y para que vivamos en una cultura común. Internet ha propiciado un boom científico al incrementar exponencialmente la comunicación entre el saber de todo el mundo. Lo que define a Internet no es su tecnología, o sus interfaces gráficas, lo que define a Internet es: la comunicación y la transmisión de información.

¹³³ “ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD DE APLICACIONES MULTIMEDIA EN ENTORNOS DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN A DISTANCIA”. Hernane Borges de Barros. Pág 294. Tesis doctoral 2002. www.tdx.cbuc.es

¹³⁴ “TELECOSM. How infinite bandwidth will revolutionize our world”. George Gilder. página 314. The Free Press. New York 2000. ISBN0-684-80930-3

Los grandes beneficiados de las ventajas de Internet fueron en principio las grandes corporaciones industriales, únicas capaces de poder pagar el desarrollo tecnológico que implicaba, pero a partir de los años 90 los costes empezaron a caer vertiginosamente, lo que implicó un despegue de los usuarios potenciales. Muchos autores prevén que la relación inversa entre costes y usuarios siga aumentando de forma exponencial hasta finales de la primera década de nuestro siglo como lo manifiesta el doctor Monguet Fierro en el siguiente gráfico¹³⁵:

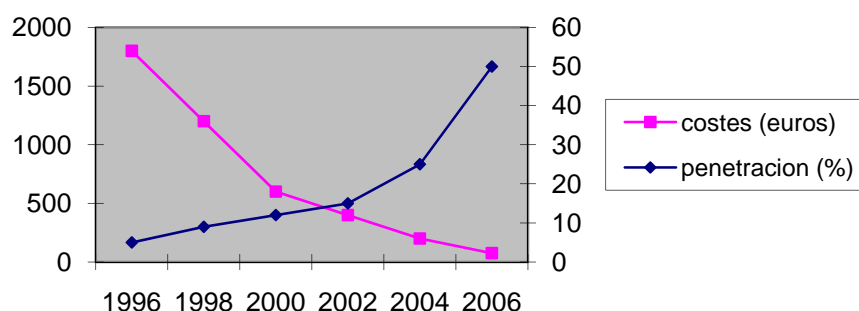


Ilustración 33. Relación inversa costes/usuarios en internet

A medida que se globalice el mundo e Internet crezca, se producirá un lugar de trabajo sin fisuras. Antes que el GATT logre liberalizar el comercio mundial basado en materias físicas, la información (como bits que son) se almacenará y se manipulará por todo el mundo independientemente de las barreras geopolíticas. Para algunos autores como el profesor Negroponte, las franjas horarias desempeñaran un papel más importante en el futuro que las zonas comerciales.

Estamos asistiendo a un proceso de fusión a gran escala de las tecnologías que conformaran las telecomunicaciones del futuro, y donde Internet es la pieza fundamental en tanto que argamasa de unión. Con la generalización de la tecnología digital, y la convergencia de las telecomunicaciones y la informática nació Internet. Hoy en día el siguiente salto tecnológico consistirá en converger las ventajas de Internet con las de la telefonía móvil, mediante la tecnología UMTS, para lo que las compañías de telecomunicaciones mundiales (pero sobretodo europeas) se gastaron 109.085 millones de euros en licencias. Así lo expresa Jesús Banegas Nuñez, presidente de Aniel: *“El teléfono, las redes, la conmutación automática de las llamadas, la transmisión de datos, la telefonía móvil e Internet son los seis hitos fundamentales que han aportado más de un siglo de telecomunicaciones. Muy pocos aparentemente, pero de alcance extraordinario. El nuevo, quizás venga representado por el UMTS, quintaesencia contemporánea de las telecomunicaciones, como consecuencia de la fusión funcional de todos sus*

¹³⁵ “LA EXPANSION DEL ESPACIO EN INTERNET” Editorial del 19-3-2002 del Laboratori d’Aplicacions Multimedia. J M. Monget Fierro. <http://lam.e-gim.net>

*atributos: la libre comunicación universal de voz, datos e imágenes en cualquier tiempo y espacio*¹³⁶

Internet y la comunicación gráfica

Hasta el momento Internet no ha aportado al área de la ingeniería gráfica sustancialmente nada distinto de lo que ha aportado a otras áreas del conocimiento técnico y científico. Permite la localización de la información deseada de forma inmediata y casi sin costos ni molestias, y permite contactar con cualquier persona del mundo de forma instantánea.

Pero Internet empieza a servir para más. Internet puede servir como estándar para el trabajo cooperativo y concurrente. Se pueden reestructurar las organizaciones para introducir una nueva forma de trabajar donde la distancia física no es obstáculo. Para que dos ingenieros comenten un plano, no hace falta estar en el mismo espacio físico. Internet es la base para una nueva forma de trabajar la ingeniería gráfica. Internet es un nuevo sistema de Información y Comunicación: *“La utilización de nuevos sistemas de información es de gran utilidad en todas las fases de proyecto: Desde la ingeniería básica, donde es posible integrar la información procedente de diferentes áreas dentro del modelo de la planta informar a la propiedad de la solución propuesta de forma simultánea, hasta el montaje donde el responsable de la obra puede visualizar la materialización de la solución escogida”*¹³⁷.

Internet está abriendo un gran campo (futuro, pero ya en marcha) de posibilidades de investigación en el área EGI, desde el diseño de espacios en Internet (retículas, interfícies multimedia, etc.) hasta la tecnología para el desarrollo de espacios en Internet (bases de datos multimedia, espacios virtuales, etc.) Desde la gestión y explotación de espacios en Internet (estrategias y metodologías de producción multimedia) hasta el análisis de la evolución del entorno socioeconómico (usabilidad, escenarios de evolución de las TIC, etc.)

¹³⁶ ¿EL SEPTIMO HITO DE LAS TELECOMUNICACIONES? Jesus Banegas Nuñez. El País Negocios. 6 abril 2003. Pág. 6

¹³⁷ LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN INGENIERÍA. Ponencia presentada por Bello García, Ordieres Meré y otros en el XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao-Donostia. Junio 1997. Edita Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería EHU. Pág. 569 Volumen 1. BI-788-97

El aprendizaje virtual

El significado del término virtual es de algo que tiene una existencia aparente, no real. El aprendizaje virtual es aquel que no se desarrolla en aulas físicas, despachos y laboratorios en nuestras escuelas, sino que se produce en la red, gracias a nuevas herramientas tecnológicas basadas en la información y la comunicación.

Este capítulo responde a preguntas como: ¿La enseñanza basada en la utilización de las TIC puede suponer un cambio de paradigma?; ¿Cómo debemos cambiar los profesores para desarrollar todo el potencial de las TIC en la enseñanza?; ¿Nuevos conceptos como *Inteligencia Artificial*, *Sistemas Basados en Conocimiento*, *Ingeniería del Conocimiento*, etc... significan un aprendizaje diferente?

Enseñanza virtual versus enseñanza presencial

Parece lógico pensar que las perspectivas de análisis y valoración de la enseñanza virtual pueden ser diferentes que en la enseñanza presencial. La diferencia más significativa entre la educación en la presencialidad y en la virtualidad reside en el “cambio de medio”. No podemos hacer lo mismo en dos medios diferentes. Aunque nuestra finalidad sea la misma (que nuestros alumnos comprendan la visión gráfica de los objetos industriales), no podemos recorrer el mismo camino. El proceso de aprendizaje es un planteamiento global que se concreta de diferente forma en función del medio que se utiliza. Las clases virtuales se benefician de las posibilidades creativas de la red.

Según el profesor de la UOC Albert Sangrà¹³⁸, los elementos diferenciales en los procesos educativos en entornos virtuales son de dos tipos: metodológicos y organizativos. Para este autor, la metodología educativa para entornos virtuales de aprendizaje debe “*estar centrada en el estudiante*”. Se trata de adaptar la metodología a un perfil de estudiante, con dificultades de tiempo para asistir a la universidad. Se trata de “*llevar la universidad a casa de cada estudiante*”. El modelo UOC se basa en cuatro pilares: flexibilidad, cooperación, personalización y interactividad.

Pero existen otros modelos. Mercé Gisbert, vicerrectora de Docencia y Nuevas Tecnologías de la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona, propone¹³⁹

¹³⁸ “Enseñar y aprender en la virtualidad”. “Educar” (revista del Departament de Pedagogia Aplicada de la UAB) nº28, 2001, ISSN0211-819-X

¹³⁹ “Docència i noves Tecnologies: Recomanacions Pedagògiques” ponencia presentada en la jornada “LAS TIC EN LA DOCENCIA EN LA UPC: EXPERIENCIAS REALIZADAS”, de 14 de junio de 2002 en la UPC.

empezar a pasar de la Sociedad de la Información a la del Conocimiento, a la cual dijo que es mucho más difícil de llegar, puesto que se basa en introducir “amablemente” la información, y esta es la función del profesorado. Para la autora la tecnología no cambia la docencia en si, sino que tiene que ser un valor añadido a la tarea docente. Por otro lado, si en la docencia siempre tiene que existir un cierto entendimiento, en la docencia no presencial, los alumnos tienen que saber siempre que se les va a exigir, esto supone una cierta negociación con los alumnos justo al empezar un curso de docencia no presencial. Para Mercé Gisbert, existen dos ámbitos de aplicación claramente definidos, uno local (que funciona a través de una aula, de un CD, incluso de una intranet) y otro global (Internet). El alumno del futuro pivotará sobre diferentes instituciones académicas (Erasmus, etc...) gracias a este ámbito más global. La vicerrectora de la Universitat Rovira i Virgili, defiende que el principal valor de nuestras universidades es su presencialidad, pero que esto no nos impide ir aproximándonos a sistemas bimodales (semipresencialidad)

Aprender con tecnología es diferente, implica que el alumno, por supuesto que domine esta tecnología, pero le obliga además a ser activo en el aprendizaje.

La tecnología primero nos complica la vida (puesto que el aprendizaje es diferente para el alumno pero también para el profesor), pero después nos la simplifica mucho más.

Mercé Gisbert propone, como pedagoga, organizar la docencia no presencial siguiendo una serie pautada de pasos:

- planificar la asignatura
- diseño y desarrollo de la materia
- diseño del proceso de implementación
- proponer una guía al alumno
- planificar los diferentes bloques de contenidos
- desarrollo de materiales de formación
- organizar mapas conceptuales
- otros materiales
- evaluación

La organización de la enseñanza en entornos virtuales debe poner al servicio del alumno las posibilidades de las Tecnologías de la información y la comunicación. Las TIC no han de ser una finalidad en si misma sino tan solo un medio con un determinado valor añadido. En esta organización, los diferentes materiales de aprendizaje (debates, foros, mensajes, enlaces...) deben permitir la interacción y la construcción colectiva del conocimiento. La estructura particular en una organización virtual de educación ha de gestionar, además de los procesos académicos y docentes, la producción y edición de materiales educativos.

Pero la enseñanza virtual ¿es un nuevo paradigma, o sencillamente es la evolución de la enseñanza tradicional? Según Wedemeyer¹⁴⁰, no existe un autentica

¹⁴⁰ “Learning at the Back-door”. 1981. Madison:University of Wisconsin.

teoría de la educación a distancia, aunque este autor se refiere a la tradicional enseñanza a distancia por correo convencional (modelo UNED). Otros autores, por el contrario si que llegan a definir diferentes teorías propias para la educación a distancia: “*La teoría de la autonomía e independencia del estudiante*” (Delling), “*La teoría basada en el proceso de industrialización de la educación*” (Peters) y la “*Teoría basada en la interacción y la comunicación*” (Baath, Holberg, Sewart), pero fuere cual fuere la teoría estudiada, todas identifican tres elementos fundamentales para la enseñanza virtual:

- El estudiante (el tipo de estudiante específico de estos estudios)
- El docente (la relación que establece con el estudiante)
- Los recursos (permitentes de la interacción)

La relación que se establecen estos tres elementos en juego es lo que posibilita un nuevo paradigma en la docencia no presencial. Así, según Sangrà “*Las redes tecnológicas permiten la interacción entre estudiantes, expertos y fuentes de información para acumular conocimiento de manera progresiva y, así, desarrollar habilidades. Los atributos del trabajo en la red hacen hincapié en las oportunidades y recursos disponibles para los estudiantes y los profesores. Éstos no están limitados a causa de su situación geográfica: es fácil llegar a los expertos, ya que tenemos acceso a las mejores bibliotecas y bases de datos en el mundo*” Mas aún: “*La mayor parte de los aspectos que se aprenden en las redes no se puede alcanzar en una clase tradicional*”¹⁴¹. El trabajo en red permite al estudiante no sólo aprender del profesor, sino también de sus compañeros y de los mejores profesionales del mundo.

Semipresencialidad

Otros autores no creen que exista un barrera entre enseñanza presencia y virtual, para ellos es posible combinar ambas, como por ejemplo Eulàlia Griful¹⁴² (Coordinadora de los estudios semipresenciales de la ETSEIT en el curso 2001-02) presenta la comparativa del plan de estudios de Ingeniería de Organización Industrial (2001-02) en versión presencial (2años) con la versión semipresencial (3años). En versión semipresencial aparecen algunas asignaturas nuevas, por ejemplo se “obliga” al alumno a matricularse a una ALE de introducción a la enseñanza semipresencial, para que conozca las funcionalidades del Campus Digital, que será su vinculo con la Escuela, con los profesores y con sus compañeros. En estos estudios, las asignaturas tienen diferente grado de

¹⁴¹ “ENSEÑAR Y APRENDER EN LA VIRTUALIDAD”. “Educar”(revista del Departament de Pedagogia Aplicada de la UAB) nº28, 2001, ISSN0211-819-X

¹⁴² “Els estudis semipresencials de 2on cicle d’Enginyeria d’Organització Industrial a l’ETSEIT” ponencia presentada en la jornada “LAS TIC EN LA DOCENCIA EN LA UPC: EXPERIENCIAS REALIZADAS”, de 14 de junio de 2002 en la UPC.

presencialidad, pero que en ningún caso puede superar el 50%. El requisito de acceso de los alumnos es que trabajen en el mundo de la empresa. El 100% del alumnado cumple este requisito. Las solicitudes de estos estudios semipresenciales ha ido incrementándose hasta llegar al curso 2001-02, en que para las 80 plazas ofertadas ese año, existía una demanda de más de 300 candidatos.

Para Eulàlia Grifol las cuatro grandes ventajas de los estudios en versión semipresencial respecto a los completamente no presenciales y a los totalmente presenciales son:

- Los estudios semipresenciales tienen una más baja tasa de abandono que los enteramente virtuales, puesto que introducen un vínculo de unión periódica
- La sesión presencial es más valorada por los alumnos que si asistieran cada día a clase. El esfuerzo de la presencialidad anima a los alumnos a ser exigentes con la calidad de las clases presenciales
- Los indicadores que se generan con estos estudios son útiles para la mejora de la docencia en general (presencial y virtual)
- Los estudios semipresenciales han permitido mejorar incluso los planes de estudios en versión presencial.

Modelos de educación a distancia

La educación a distancia existe desde muchos años antes de la aparición de Internet, pero con otros modelos docentes, puesto que ha sido una necesidad de la sociedad para poder satisfacer el aprendizaje de los ciudadanos que por razones de tiempo y/o espacio no podían asistir a la universidad pero tenían deseo de mejorar sus conocimientos. El doctor J. Taylor, presidente de la *International Council for Open and Distance Education (ICDE)* ha analizado cuatro modelos de educación a distancia que se han ido superando en el tiempo y en el espacio (existen países en que la educación a distancia esta en modelos más pretéritos que otros). Estos modelos están basados en la tecnología útil del momento histórico de su aplicación, lo que les a permitido ciertas aplicaciones en unos casos y otras en los demás. El doctor Taylor destaca que justo cuando se está aplicando el cuarto modelo, está apareciendo un quinto, básicamente derivado del anterior, pero explotando todas las capacidades de Internet. Estos modelos son:

Primera Generación- El modelo basado en la Correspondencia. La tecnología que usa es el papel. Este modelo ofrece flexibilidad en el tiempo y en el espacio. El alumno puede estudiar y hacer los ejercicios cuando quiere y donde quiere, y luego enviarlos por correo. No existe interactividad.

Segunda Generación- El modelo Multimedia. La tecnología que usa es el papel, pero también el audio, el video, el video interactivo y el primer aprendizaje por ordenador. Este modelo ofrece flexibilidad en el tiempo y en el espacio. El alumno puede ver los videos y escuchar las casetes cuando quiere y donde quiere, grabar

los resultados y luego enviarlos por correo. No existe interactividad (salvo en el caso del video interactivo).

Tercera Generación- El modelo de Teleaprendizaje. La tecnología al uso es la audioteleconferencia, la videoconferencia, las emisiones de televisión y radio. Este modelo ha perdido toda flexibilidad en tiempo y espacio, puesto que hay que estar en un lugar determinado donde haya televisión para poder asistir a la emisión del programa que nos interesa y además a una hora determinada. Por el contrario esta tercera generación ha ganado en interactividad, puesto que las videoconferencias permiten las consultas en “directo” con el profesor.

Cuarta Generación- El modelo de Aprendizaje Flexible. La tecnología que usa es el multimedia interactivo online (IMM), Internet y las comunicaciones por ordenador. Este modelo ofrece flexibilidad en el tiempo y en el espacio y además interactividad. Suma las ventajas de la Primera, Segunda y Tercera Generación, sin ninguna de sus limitaciones.

Quinta Generación- El modelo de Aprendizaje Flexible Inteligente. La tecnología que usa es el multimedia interactivo online (IMM), Internet y las comunicaciones por ordenador (con sistemas de automatización) y el campus virtual. Este modelo ofrece todas las ventajas del cuarto pero además puede reducir significativamente el coste de la enseñanza aproximándolo a cero. *“the fifth generation distance education has the potential to decrease significantly the costs associated with providing access to institutional processes and online tuition”*¹⁴³

No todos los autores están plenamente de acuerdo en estas cinco generaciones. El profesor Javier Suárez Quirós¹⁴⁴ reconoce sólo cuatro etapas en los modelos de educación a distancia: 1-Utilización de material impreso, 2- Docencia basada en material analógico (televisión, videos,...), 3-Incorporación de herramientas informáticas, 4- Utilización de tecnología digital a través de Internet principalmente. De todas formas el esquema es muy parecido, y en todos los casos se destaca que ha existido una evolución en la enseñanza a distancia, siempre basada en la tecnología hábil en cada momento histórico, independientemente que existan cuatro o cinco modelos.

La aplicación de todo el potencial de las TIC en la enseñanza a distancia conlleva la aparición de un nuevo modelo de aprendizaje cada vez más eficiente y barato, con plena intercomunicación y que lleva aparejado un nuevo modelo de campus virtual, aunque se puede ir implementado en diferentes fases sucesivas. El potencial que Internet ofrece como herramienta docente se extiende a diversas perspectivas: Como complemento a la docencia presencial, mediante el desarrollo de webs que contengan materiales de trabajo útiles a los alumnos; Como soporte a

¹⁴³ “FITTH GENERATION DISTANCE EDUCATION” J.Taylor. 25/02/2003. www.icde.org

¹⁴⁴ “NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA VIRTUAL A TRAVÉS DE LA RED: GRAFICOS POR COMPUTADOR EN EL CAMPUS VIRTUAL DE AULANET” Ponencia presentada por Javier Suárez Quirós y otros en el XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander Junio 2002. <http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/xivcongreso.html>

la gestión, mediante herramientas que faciliten las tareas tanto docentes como administrativas; Como aula virtual efectiva, llegando a crear en la red un infraestructura capaz de integrar todos los elementos docentes habitualmente empleados en la formación universitaria.

Nuevos escenarios universitarios virtuales

En la introducción de esta tesis se han planteado dos posibles escenarios hacia donde podría evolucionar la organización de la enseñanza universitaria: el escenario localista y el multinacional.

El escenario localista, que se ha venido desarrollando desde los años 90, consiste en un estallido del número de universidades, cada vez más próximas físicamente al estudiante. Es un modelo a priori completamente ilógico con la explosión de las TIC. No hace falta llevar las universidades hasta la puerta de casa de cada estudiante, puesto que las TIC permiten un aprendizaje a distancia. Pero en este escenario, lo que prima no es la tecnología existente sino la política, en la que cada región (e incluso ciudad) quiere “su” universidad.

El escenario global, al contrario, prevé cada vez menos universidades, puesto que el estudiante podrá escoger la universidad que mejor satisfaga sus necesidades independientemente de la distancia física del centro, merced a las TIC. De esta manera solo las “mejores” universidades podrán sobrevivir puesto que tendrán la suficiente masa crítica de estudiantes para poder sufragar los costos de la implementación de las nuevas tecnologías.

Pero existe un tercer escenario, no intermedio, sino mezcla de ambos. La proliferación de universidades en ciudades de poco peso demográfico, económico y/o tecnológico ha incentivado que estas instituciones desarrollasen todo el potencial de las TIC para poder atraer hacia ellas a estudiantes, no físicamente, sino a través de la red. De esta manera lo que se está llevando a cabo es una red de universidades (en general de la misma región) que comparten una serie de servicios. Se ha empezado por lo que es más fácil desde el punto de vista burocrático, las asignaturas de libre elección. El ejemplo más paradigmático es el proyecto *Intercampus*, auspiciado durante el curso 2002-03 por el *Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació, de la Generalitat de Catalunya*.

El proyecto Intecampus tiene como modesto objetivo el intercambio de asignaturas de libre elección que se imparten en Internet. Las universidades participantes son: UAB, UB, UdG, UdLL, UOC, UPC, UPF, y URV. Lo único que hacen las universidades es facilitar la comunicación y simplificar la burocracia, pero es un primer paso. A éste seguirán otros lógicos, como el incremento de las asignaturas no solo a las de libre elección, el compartimento de cada vez mas información, y la expansión territorial (si la enseñanza está basada en las TIC, qué sentido tiene que el Intercampus sea de universidades catalanas y no puedan sumarse al proyecto otras instituciones españolas, latinoamericanas o de cualquier

otro lugar del mundo). De este modo habremos llegado a un escenario global basado en universidades locales.

El proyecto Intercampus forma parte de hecho de un planteamiento mayor, *la Universitat Digital de Catalunya*, que pretende (además de conectar las asignaturas de libre elección no presenciales de las universidades catalanas):

- Crear una plataforma para producir y gestionar material educativo. Compartir materiales didácticos multimedia y sobre las metodologías profesor estudiante.
- Construir una plataforma en Internet de base a las editoriales de las universidades catalanas
- Diseñar un servidor de tesis doctorales. Crear un consorcio virtual de universidades catalanas, el CBUC.
- Potenciar la conectividad universitaria catalana de Internet a nivel internacional, sobre todo con EEUU.

Otros ejemplos de colaboración interuniversitaria basada en la aplicación de las TIC lo podemos encontrar en el consorcio andaluz Fernando de los Ríos (para la enseñanza abierta y a distancia), participado por las 10 universidades andaluzas, la Radio y Televisión de Andalucía y ADM (Andalucía Digital Multimedia).

El profesor en las TIC

Las TIC han provocado que se pasase del concepto de aprendizaje al concepto de intercambio de información. Los profesores actuales no tenemos todo el conocimiento (que actualmente es casi infinito) sino que las TIC nos permiten ser facilitadores del proceso de intercambio de conocimiento. Según Josep M^a Monguet *“el poder reside cada vez menos en la información, y más en la capacidad para compartirla. En este sentido, cuando se habla de gestión del conocimiento se hace referencia a las estructuras funcionales y operativas que permiten acumular y gestionar la información de forma que esta sea reutilizable para la organización”*¹⁴⁵. El antiguo planteamiento de explicar a base de repetir el mismo conocimiento ha fracasado tal como avanza el catedrático M. Bermejo Herrero *“Tradicionalmente la facultad de ver en el espacio se ha basado en la imaginación, y el estudiante que carecía de ella fracasaba. Así el desarrollo de las clases se hacía a base de ejercicios, muchos de ellos repetitivos, en los que el alumno a base de dibujar, aprendía a dibujar. Este sistema perfectamente válido, es evidente que requiere bastante tiempo, lo que cada vez va siendo más difícil de mantener en los planes de*

¹⁴⁵ ESPACIO INTERNET. APRENDER E INVESTIGAR EN LA UNIVERSIDAD. Editorial de diciembre 2002 del “Laborati d’Aplicacions Multimedia” de la UPC. www.lam.upc.es

*enseñanza, dado el acortamiento de las carreras, y el continuo incremento de las tecnologías*¹⁴⁶

El trabajador del saber

Los profesores siempre hemos sido considerados trabajadores del saber respecto a los trabajadores manuales (o industriales), puesto que el resultado de nuestro esfuerzo no era una manufactura, un edificio o sencillamente un servicio, sino que transmitíamos saber, conocimiento. Durante el siglo XXI todos los trabajadores se convertirán en trabajadores del saber, puesto que es lo que precisan las organizaciones en nuestra sociedad para triunfar. Los profesores, como trabajadores del saber del siglo XXI tenemos que mejorar nuestra productividad a partir de seis puntos básicos que propone Peter Druker:

1. La pregunta del trabajador del saber es ¿Cuál es la tarea?
2. Tiene que gestionarse a sí mismo. Tiene que tener autonomía.
3. Parte del trabajo es la innovación continuada
4. Aprendizaje continuado a lo largo de la vida
5. La calidad de nuestra productividad es más importante que la cantidad.
6. El trabajador del saber es un “activo” de la empresa no un “coste”

En la enseñanza con las TIC el rol del profesor cambia de un mero expendedor de conocimiento a ser una persona dedicada a facilitar el aprendizaje. Esto requiere diferente formación (tanto inicial como permanente). El profesor se convierte en un filtro dedicado a diferenciar lo útil de lo inútil. Los profesores hemos de ayudar a nuestros alumnos a que aprendan facilitándoles criterios críticos. Las cinco características básicas del “buen profesor” en la aplicación de las TIC son¹⁴⁷:

1. Colaboración
2. Participación (fomentándola por todos los canales)
3. Reconocimiento de la no posesión del conocimiento total
4. Habilidad organizativa
5. Experimentación y capacidad de modificar sobre la marcha la metodología de aprendizaje aplicada

Se trata de “enseñar a aprender” a nuestros alumnos, puesto que la evolución de los conocimientos profesionales va mucho más deprisa de lo que somos capaces de enseñar.

¹⁴⁶ “GEOMETRIA DESCRIPTIVA APLICADA” Miguel Bermejo Herrero. Editorial Tebar-Flores. Madrid 1996. Prólogo. ISBN-84-7360-159-9

¹⁴⁷ “PROJECTE ASTROLABI. 2on informe de l'observatori sobre la implantació i l'ús de les tecnologies de la informació i comunicació a l'ensenyament universitari.” Sangrà, Bellot, Hinojosa. UOC. IN3 Edu Lab. Fundació Jaume Bofill. Barcelona. 2000.

El paradigma de la enseñanza presencial definía que el conocimiento se encontraba dentro del mismo profesorado y las fuentes estáticas de información, mientras que en la enseñanza no presencial, los estudiantes pueden acceder al conocimiento donde quieran, cuando quieran y como quieran. Así pues para muchos autores la enseñanza virtual supone un nuevo paradigma, como para Ferraté: *“las metodologías basadas en conceptos de virtualidad se irán extendiendo y generalizando a causa de las inmensas posibilidades pedagógicas y sociales que comportan. Debemos tener presente que las metodologías asociadas al concepto de virtualidad pueden ayudarnos a romper, no solamente las barreras del tiempo y del espacio sino también las barreras sensoriales”*¹⁴⁸. No hay duda del cambio de paradigma respecto a las anteriores enseñanzas “estáticas”.

Sistemas basados en conocimiento

Los orígenes modernos de la transmisión de conocimiento proceden del constructivismo. Según Liliana Tolstschinski, los cinco principios básicos de la transmisión de conocimiento según el constructivismo son:

- Aprender haciendo. Para poder enseñar/aprender, hay que saber hacerlo.
- Adaptación. Hay que conocer las cosas en el contexto en la que se desenvuelven.
- Estructuración. Los datos no son importantes en sí mismos, sino por el orden que les damos.
- Confrontación. Un mismo hecho puede ser entendido de diferentes maneras en función del punto de vista.
- Reflexividad. Como conocer el conocimiento (el metaconocimiento). Tu punto de vista tiene que ser personal.

De la misma manera David Merrill¹⁴⁹ pretende favorecer la formación con principios “constructivistas” como son: 1-proponer la resolución de problemas de base real a los estudiantes, 2-activar nuevos conocimientos a partir de los previos de los estudiantes, 3-demostrar los conocimientos que se vayan adquiriendo, 4-aplicar estos nuevos conocimientos recientemente adquiridos en la resolución de problemas, 5- integrar los nuevos conocimientos al entorno del estudiante.

Cuando trabajamos en Sistemas virtuales de aprendizaje, muchas veces se confía ciegamente en el software (la ingeniería del software), pero tenemos que tener en cuenta que podemos fundamentar nuestra enseñanza y el aprendizaje de nuestros alumnos en otros sistemas apoyados en la Inteligencia Artificial, son los llamados sistemas basados en conocimiento.

¹⁴⁸ “UNIVERSIDAD Y NUEVAS TECNOLOGÍAS. EL CAMINO HACIA LA HIPERUNIVERSIDAD” Ferrate, Porta, LLadonosa. “La universidad en el cambio de siglo”. Madrid. Alianza Editorial.

¹⁴⁹ “FIRST PRINCIPLES OF INSTRUCTION” Submitted for publication to Educational Technology Research & development. Utah State University. 2002. www.id2.usu.edu

Tradicionalmente el software ha trabajado con problemas de resolución algorítmica: dado un problema en concreto existe una única solución y, además, tal solución puede hallarse siguiendo un conjunto de pasos conocidos, precisamente aquellos implementados por el mismo software. En los Sistemas Basados en Conocimiento, por el contrario, la solución no es algorítmica, sino heurística. La solución no es única; para un mismo caso puede existir un abanico de soluciones más o menos adecuadas, de la misma manera como para curar a un enfermo se pueden seguir diferentes caminos. Para comprender la Ingeniería del Conocimiento, conviene entender el concepto de Inteligencia Artificial y tener las bases para el desarrollo de software.

La Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (IA) es una Ciencia (que trata de entender la naturaleza de la inteligencia) y a la vez una Ingeniería (que trata de construir artefactos que presenten una conducta inteligente). Según Nilsson, la problemática científica que plantea la Inteligencia IA se puede resumir en tres cuestiones:

1. La IA pretende proporcionar una base teórica al concepto de inteligencia, por lo que utiliza el ordenador como un laboratorio donde desarrollar nuevas formas del pensar acerca del pensar.
2. La IA entra en confluencia con la psicología cognoscitiva al buscar procesos básicos que confirmen el funcionamiento de la inteligencia. El estudio de estos procesos básicos es una de las líneas de investigación de la IA.
3. Ciertos programas complejos (sobre todo los capaces de modificar sus propias operaciones y crecer mediante la incorporación de otras nuevas) pueden ser modelos empleados en la investigación científica.

Según Asunción Gómez *“La IA como Ciencia trata del estudio del comportamiento inteligente, siendo su fin el conseguir una teoría de la inteligencia que explique la conducta en seres de natural inteligentes, y que guíe la creación de entes artificiales capaces de alcanzar dicho proceder inteligente”*¹⁵⁰. Para esta autora la IA es una rama de la Ciencia íntimamente relacionada con otras ramas de la ciencia y la Ingeniería, según muestra en el siguiente gráfico:

¹⁵⁰ “INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO”. Asunción Gómez, Natalia Juristo, Cesar Montes y Juan Pazos. Página 3. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid 1997. ISBN 84-8004-269-9.

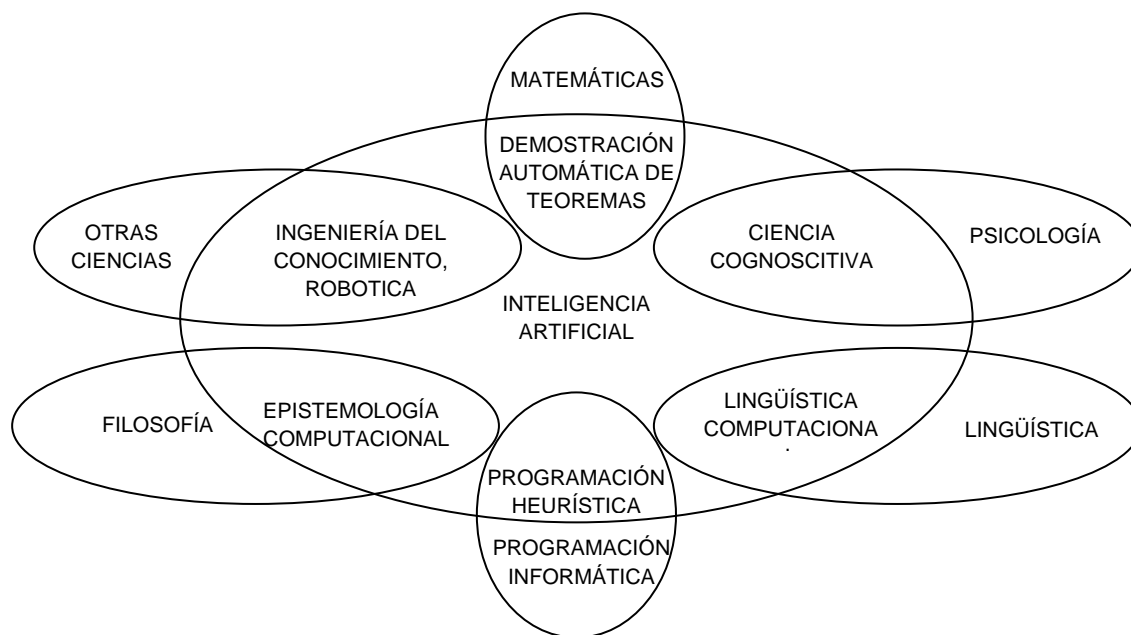


Ilustración 34. Inteligencia Artificial (Gómez).

Como Ingeniería, la IA “se ocupa de los conceptos, la teoría y la práctica de cómo construir máquinas inteligentes; es decir máquinas que resuelvan problemas coextensivos con los que, al resolverlos los seres humanos, estos son tenidos por inteligentes”¹⁵¹. Los Sistemas Basados en Conocimientos en general, y los Sistemas Expertos en particular, son el ejemplo paradigmático de la IA como Ingeniería. La Ingeniería del Conocimiento pretende adquirir, conceptualizar formalizar y usar grandes cantidades de conocimientos de la más alta calidad. Las relaciones entre IA y la Ingeniería del Conocimiento son descritas por Asunción Gómez en el siguiente esquema donde los sistemas expertos son una parte de los sistemas basados en conocimientos, todos ellos dentro de la Ingeniería del Conocimiento, que forma parte a la vez de la Inteligencia Artificial.

¹⁵¹ “INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO”. Asunción Gómez, Natalia Juristo, Cesar Montes y Juan Pazos. Página 4. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid 1997. ISBN 84-8004-269-9.

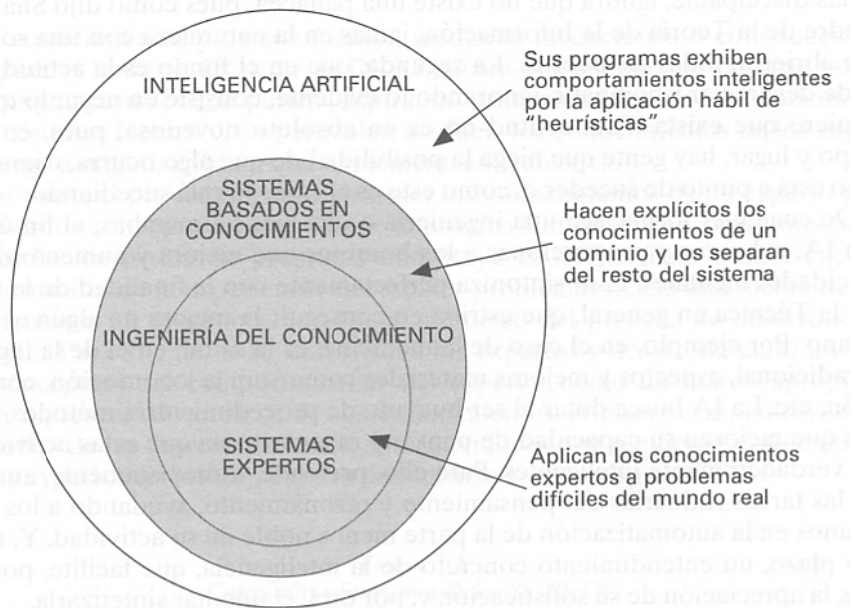


Ilustración 35. Ingeniería del Conocimiento (Gómez).

Sistemas Basados en Conocimientos frente a Sistemas Convencionales

Tradicionalmente los Sistemas Convencionales son desarrollados por la Ingeniería del Software, mientras que la Ingeniería del Conocimiento utiliza los Sistemas Basados en Conocimientos. Pero esta división está más desarrollada según tres magnitudes.

La primera hace referencia respecto a los tipos de problemas que resuelven. En la Ingeniería del Software son básicamente sistemáticos y procedimentales, mientras que Ingeniería del Conocimiento son eminentemente heurísticos. La metodología empleada es otra de las magnitudes que diferencia Ingeniería del Software de Ingeniería del Conocimiento. En el primer caso la metodología es algorítmica, mientras que en el segundo es declarativa, para que permita separar los conocimientos expertos de los mecanismos de razonamiento que los manejan. La tercera diferencia entre estas dos ingenierías obedece a como organizan sus conocimientos. La Ingeniería del Software los organiza en dos niveles: datos y programas. La Ingeniería del Conocimiento en tres: datos (o hechos), reglas operativas o heurísticas, e inferencia y control. Los dos primeros niveles forman la base de conocimientos.

Las tres diferencias fundamentales de los Sistemas Basados en Conocimientos respecto a otras aplicaciones de la IA son:

1. Ejecutan tareas difíciles con las prestaciones de un experto
2. Enfatizan estrategias de solución de problemas de dominios específicos
3. Emplean autoconocimientos para razonar acerca de sus propios procesos de inferencia

Los Sistemas Basados en Conocimientos se describen en tres niveles. El primero es funcional, de cómo aparece el sistema ante el usuario, de cómo se muestra la arquitectura del sistema. El segundo es el lógico, que es el que se corresponde con la implementación que tiene que soportar la arquitectura mostrada. El tercero es el físico, que se corresponde con la realización concreta del sistema.

**PARTE II. DISCUSIÓN. INNOVACIÓN EDUCATIVA,
DOCENCIA UNIVERSITARIA e INGENIERÍA
GRÁFICA**

INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

Los CUIEET (Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas) son organizados por la CDITI (Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial), y pretenden reunir experiencias innovadoras en el campo de la formación técnica universitaria y ser un foro de debate en el marco de las enseñanzas técnicas. La CDITI también edita los Cuadernos de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas Universitarias, revista especializada en la publicación de trabajos relevantes en el ámbito de la innovación educativa en las enseñanzas técnicas universitarias, cuyas áreas temáticas de interés prioritario coincidentes con los CUIETT son:

- Mejora, calidad e innovación educativa
- Docencia, investigación y sociedad
- Nuevas tecnologías y formación
- Influencia de los marcos legislativos en la acción docente
- Aspectos organizativos de la docencia



Ilustración 36. CDITI

La CDITI desarrolla informes (sobre el Marco de Cualificaciones del nivel de Grado, sobre renovación metodológica,...) participa en el desarrollo del Libro Blanco de Titulaciones de Ingeniería de rama Industrial, eleva escritos al Consejo de Coordinación Universitaria y al Ministerio de Educación y Ciencia, trabaja en las Convocatorias de Ayudas para el diseño de Planes de Estudio y Títulos de Grado de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), y en general es una entidad que trabaja en la coordinación de las 58 escuelas de ingeniería técnica Industrial españolas.

VI C.U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Las Palmas 1998.

Experiencias de innovación pedagógica en la expresión gráfica en la ingeniería.

El catedrático de la EUITIM, Corbella Barrios¹⁵² opina que *“es evidente que una adecuada labor docente, en la técnica y sobre todo en la ingeniería, debe contemplar la transmisión de la información (no exclusivamente apoyada en la articulación de demostraciones y en la memorización de sus planteamientos) para que el alumno pueda desarrollar sus ideas e interconectarlas con las aplicaciones técnicas que de ellas se derivan, procurando estructurar su mentalidad de modo que se favorezca la creación y su conexión con aplicaciones conocidas, cuyo fundamento resida en propiedades geométricas”*. Por ello propone una experiencia docente para estimular la creatividad, la iniciativa, la interconexión de ideas, y la discusión en grupo, en el área de la ingeniería gráfica en el ámbito de las escuelas industriales.

Se detecta en el área dos problemas: 1- el recurso sistemático a la reproducción de modelos preestablecidos de contextos anteriores, debido a la falta de reflexión. 2- los contenidos son más a una concatenación de ejercicios teóricos correspondientes a un temario preestablecido, que un trabajo de las propiedades utilizadas para los planteamientos técnicos. Para solucionarlo, Corbella propone:

- potenciar la capacidad de abstracción y la reflexión crítica
- favorecer la creatividad
- generar respuestas eficaces a problemas nuevos
- buena disposición para el aprendizaje de nuevos conocimientos relacionados con el área gráfica

Su idea es que el alumno asuma un papel activo, esté motivado en el aprendizaje y sea capaz comprender lo que está aprendiendo, para ello *“es de fundamental importancia la introducción de formas reales y actualizadas técnicamente. Debe superarse el planteamiento convencional compuesto por: clase magistral, asistencia pasiva, ejercicios de enunciado o modelo abstracto”*.

La evaluación continua documentada.

El profesor Sánchez¹⁵³, de la ETS Ingenieros Navales de la UPM, analiza los criterios de la agencia ABET, responsable en los EEUU de la acreditación de los

¹⁵² Corbella Barrios, David. Experiencias de innovación pedagógica en la expresión gráfica en la ingeniería. Actas del VI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Las Palmas 1998.

¹⁵³ Sánchez Sánchez, JM. La evaluación continua documentada. Actas del VI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Las Palmas 1998.

planes de estudios conducentes a la obtención de títulos de ingeniería. Las normas para la acreditación de las instituciones universitarias se basan en: objetivos, evaluación y resultados. Las agencias americanas de acreditación esperan que las instituciones universitarias basen su futuro desarrollo en una constante y dinámica autoevaluación documentada, en base al anterior trinomio.

Para acreditarse es necesario establecer los objetivos correspondientes, definir el grado de satisfacción en la realización de cada uno de ellos, indicar de qué modo se evaluarán dichos objetivos, recoger y analizar los documentos pertinentes que prueben la congruencia entre objetivos declarados y los resultados de sus actividades y, tomar las decisiones adecuadas y comunicar los resultados. Ello supone que toda iniciativa didáctica debe tener un objetivo que se pueda expresar y que sea cuantificable.

Los planteamientos docentes deben formar parte del plan global de la institución. Las asignaturas se deben analizar dentro del contexto general, estudiando sus relaciones con otras disciplinas. *“La necesidad de demostrar con evidencias documentales que se están midiendo los objetivos declarados con los instrumentos de medida habilitados al efecto, sugiere que cada estudiante posea un archivo personal que contenga todos los documentos que se estimen adecuados”.*

El profesor Sánchez ya pronosticaba en 1998 la gestación de agencias de calidad universitarias: *“Nosotros en España tenemos la ventaja de escoger de estos criterios aquellos que consideremos positivos a la hora de diseñar nuestras asignaturas, sabiendo que hoy por hoy ninguna agencia tipo ABET va a investigar exhaustivamente los resultados de nuestras enseñanzas, poniéndonos en un brete si es que no cumplimos sus estándar, pero todo se andará y en el futuro los equipos de evaluación europeos ya existentes, primos hermanos del ABET se dejarán caer en nuestras Escuelas dispuestos a enseñarnos cómo se deben hacer las cosas”.*

El proceso de autoevaluación de la EUETIB.

El director de la EUETIB, Llorens¹⁵⁴ explica el proceso de autoevaluación de la EUETIB, llevado a cabo durante el curso 97-98 por el Comité de evaluación interna.

El proceso de autoevaluación de la EUETIB se ha llevado a cabo por mandato explícito de la UPC, coincidiendo con el inicio de una nueva etapa histórica de la evolución del Centro. Esta evaluación tiene por objeto hacer aflorar los puntos fuertes y débiles para permitir dotar a la EUETIB de un Plan Estratégico.

Los procesos evaluados se pueden considerar divididos en dos grupos. Por un lado aquellos que tienen un impacto directo sobre la actividad principal del

¹⁵⁴ Llorens, M; Ballester, E; Gámiz, D; Bertrán, E; Tobías, S; Galiano, F. El proceso de autoevaluación de la EUETIB. Actas del VI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Las Palmas 1998.

centro. Y por otro, los procesos de soporte que facilitan el funcionamiento general de la organización. Para cada proceso se consideraron los mecanismos de control y mejora de la calidad a aplicar. Se consideraron como procesos claves de la EUETIB: 1-El diseño del plan de estudios. 2-El desarrollo de la docencia. 3- La captación de estudiantes. 4- La inserción profesional. Y como procesos de soporte los siguientes: 1- Servicios de soporte a la docencia. 2- Vida universitaria.

La dirección de la escuela valoró positivamente la necesidad de llevar a término el proceso de Evaluación Institucional de la Calidad en la EUETIB, y concluyó que el mencionado proceso no tenía que constituir una acción puntual encaminada a cumplimentar el informe que elaboró el Comité Interno del Centro, sino que se tenía que convertir en una herramienta de realimentación periódica para marcar la consecución de los objetivos de calidad establecidos.

VII C.U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. **Huelva 1999**

Dos años de experiencias con la enseñanza reglada del Dibujo Asistido por Ordenador.

El profesor Morato¹⁵⁵, de la universidad de Sevilla, explica las dificultades que tuvieron en el departamento de ingeniería gráfica en establecer un concepto para la disciplina y metodología docente en la asignatura de Dibujo Asistido por Ordenador.

Para el autor existe una diferencia radical entre dibujo y diseño: *“el dibujo no es transitivo, se agota en sí mismo, su sola presencia es conseguida y cumplida; mientras que el diseño implica algo exterior a él y del que el diseño es la causa y razón: diseño versus objeto”*. El Dibujo Asistido por Ordenador, DAO para el autor, solo es una herramienta de dibujo, por el contrario el Diseño Asistido por Ordenador, al que el autor define con el acrónimo CAD, permite crear un modelo tridimensional matemático, pasando del objeto dibujado al objeto construido. El último paso es la Fabricación Asistida por Ordenador, Computer Aided Manufacturing, CAM.

La informática ha desarrollado una potente herramienta de trabajo, que facilita mucho el trabajo tradicional, pero requiere unos conocimientos y una disposición previa para aprovechar las posibilidades que ofrece. Así, define el DAO como una herramienta de trabajo material, diferente de los métodos geométricos y formales de la antigua disciplina, y que se caracteriza por el empleo de las nuevas tecnologías del campo de la informática gráfica.

Medios didácticos aplicables en la enseñanza del Dibujo.

Según Troncoso¹⁵⁶ gran parte de los profesores universitarios adolecen del necesario conocimiento de pedagogía y metodología didáctica, lo que conlleva problemas para facilitar el aprendizaje de los contenidos a los alumnos. A estos problemas se añaden los dos enemigos de la labor docente, que a criterio del autor son *“la ignorancia y la indiferencia por parte de nuestros alumnos”*.

Se resalta que desde el punto de vista de las teorías constructivistas el aprendizaje se compone de tres elementos fundamentales:

- Los conceptos (que se aprende)

¹⁵⁵ Morato Moreno, M. Dos años de experiencias con la enseñanza reglada del Dibujo Asistido por Ordenador. Actas del VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Huelva 1999.

¹⁵⁶ Troncoso Saracho, José C; Alonso Rodríguez, José A. Medios didácticos aplicables en la enseñanza del Dibujo. Actas del VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Huelva 1999.

- Los procesos (como se aprende)
- Las condiciones (que hacer para que se produzca el aprendizaje)

Es necesario cambiar las técnicas de enseñanza para conseguir “*mayores conocimientos en menos tiempo*” y para ello hay que aplicar nuevas metodologías didácticas incidiendo en la tríada constructivista, y reconociendo que “*la docencia no consiste en que nosotros enseñemos, sino en que el alumno aprenda*”. Hay que tener en cuenta que los conocimientos impartidos son fácilmente olvidables y quedan obsoletos con rapidez, pero las “*capacidades y habilidades*” inculcadas por el profesor perduran en el tiempo. Para el autor los profesores deben esforzarse en elaborar herramientas de EAO, para permitir al alumno un trabajo personal y al profesor un ahorro de tiempo en las clases.

Citando la máxima del catedrático Javier Rodríguez de Abajo: “*La Geometría Descriptiva no hay que considerarla complicada, sino que hay que hacerla comprensiva y sencilla para nuestros alumnos*” el autor expone el Modelo Didáctico de Diédrico en 3D (MODID-3D), herramienta desarrollada por los profesores del departamento de expresión gráfica de la universidad de Vigo, que no es nada más que un artilugio físico de fácil construcción que simboliza un diedro y es abatible, para permitir al alumno proyectar el espacio en los planos del MODID-3D. En conclusión se destaca que esta herramienta ha permitido mejor el aprendizaje.

Elaboración de material docente multimedia para su difusión a través de internet.

El profesor Gazo¹⁵⁷ de la Universidad de Extremadura presenta una herramienta para facilitar la elaboración por parte de los profesores de material educativo apto para difundirlo a través de un servidor web. Desarrollado el proyecto, el equipo autor llega a la conclusión que en lo referente al diseño, en cualquier herramienta para la elaboración de material docente multimedia, existen dos partes claramente diferenciadas: una para el control y gestión de datos, y otra para las funciones de presentación. Así se permite que el diseñador modifique la apariencia gráfica del entorno sin interferir en las funciones de control y gestión de datos. Se recomienda concentrar tanta funcionalidad como sea posible en el lado del profesor, para mejorar la escalabilidad de la herramienta.

¹⁵⁷ Gazo Cervero, A; González-Sánchez, J.L; García Rodríguez, P; Sánchez Figueroa, F. Elaboración de material docente multimedia para su difusión a través de internet. Actas del VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-931043-0-2. Huelva 1999.

Técnicas multimedia aplicadas a la docencia de Dibujo Técnico Industrial.

El profesor Ramos¹⁵⁸ y otros del departamento de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Burgos, exponen la estructura de la aplicación hipermedia para docencia de Dibujo Técnico, simulando elementos de la clase tradicional.

Para estos profesores, el problema de la masificación de las aulas se puede solucionar empleando CD-ROM interactivos que simulen las clases presenciales. Para cumplir los objetivos, opinan que *“una posible solución en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es utilizar la tecnología multimedia como un recurso didáctico que nos sirva a los profesores como herramienta de apoyo a la docencia en clase, y a los alumnos como herramienta de aprendizaje”*. En su opinión todos los multimedia creados deben tener una estructura abierta *“y en el futuro muy próximo tendrán que correr a través de la red de internet”*. Una vez expuesto el proyecto de una aplicación hipermedia de simulación en el aula, los autores llegan a la conclusión que la eficacia en la docencia del uso de programas de simulación radica en tres razones:

- El alumno después de realizar el ejercicio, puede montar el simulador y comprobarlo inmediatamente.
- Los simuladores apoyan al profesor en la corrección de los ejercicios planteados.
- El simulador ayuda al alumno a despejar las dudas de la solución planteada.

¹⁵⁸ Ramos Barbero, B; García Maté, E; Caro Rodríguez, JL. Técnicas multimedia aplicadas a la docencia de Dibujo Técnico Industrial. Actas del VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Huelva 1999.

VIII C.U.I. Educativa Enseñanzas Técnicas. Donostia 2000.

Análisis de la utilización de las NNTT en la ETSII de Gijón.

Para Álvarez Peñín¹⁵⁹ y otros profesores de la ETSIIG, las NNTT “*podrán posibilitar la salida de la condición artesanal en la que está inmerso el sector educativo*” permitiendo incorporarse al mundo tecnológico y resolver el problema que se encuentran planteado por la reducción de horas lectivas.

Para los autores, en 2000, las NNTT están cambiando significativamente la sociedad, mientras que la docencia sigue métodos de trabajo artesanales. Por eso proponen replantear:

- Objetivos
- Contenidos
- Métodos

a fin de formar a los nuevos profesionales, que identifican como “*personas cultas, dotadas para el cambio, y la adaptación rápida a nuevas situaciones*”. Incorporar las NNTT no significa solo la presencia de medios tecnológicos en el aula sino integrarlos en los proceso y asignarles funciones en el proceso curricular.

El desarrollo de la EAC enriquece las posibilidades didácticas, siempre que los productos estén orientados a los alumnos, fáciles de usar, compatibles y complementados con docencia tradicional. Los nuevos materiales generados tienen que ser validados para detectar deficiencias y mejorarlos, evaluarlos desde la perspectiva de los objetivos, el grupo de trabajo, los contenidos de aprendizaje, los conocimientos y el contexto donde se aplican.

Los autores enumeran las ventajas del uso de la EAC, que según su criterio permite:

- Dotar al alumno de herramientas interactivas para mejorar el aprendizaje.
- Facilitar un procedimiento de trabajo personalizado
- Reforzar la respuesta del alumno
- Autoevaluación del estudiante
- Liberación de carga de trabajo lectiva repetitiva
- Disponibilidad total en tiempo y espacio.
- Motivación del alumno

Aunque también destacan un listado de problemas asociados a la EAC:

- Desconcierto en parte del profesorado tecnológicamente analfabeto

¹⁵⁹ Álvarez Peñín, PI; Charro Hernández, ME; García Díaz, RP; Suarez Quirós, J. Análisis de la utilización de las NNTT en la ETSII de Gijón. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

- Desmotivación en los autores por la rápida obsolescencia en que sus trabajos quedan debido a cambios tecnológicos
- Gran cantidad de trabajo requerida por cada unidad didáctica
- Dificultad de instalación de software
- Falta de infraestructura técnica

Los autores exponen los resultados de las encuestas propuestas al total de los profesores de la ETSIIG respecto al uso de NNTT, llegando a la conclusión que, en ese momento, los métodos docentes más empleados dependen del tipo de clase: en teoría es la clase magistral, y en prácticas el uso de EAC. En el caso de las encuestas que se proponen en una situación hipotética de total disponibilidad (de medios y de personal de refuerzo) sorprende a los autores el poco interés que muestran los docentes para incorporar las NNTT a las técnicas de aprendizaje, argumentando que esto *“incide en el hecho de que la docencia ocupa un plano muy secundario en nuestra actividad, dominada fuertemente por la investigación”*, dudando los autores que los presentes métodos docentes sean tan buenos como parece deducirse de los resultados y argumentando *“¿será falta de iniciativa por nuestra parte?, ¿una falta de información?, ¿un estancamiento en la rutina?...”*

Se subraya que más del 90% de los profesores contestaron creer interesante el uso de sistemas multimedia en el aula, destacando que la edad de los docentes es irrelevante en la valoración de la EAC. Sorprende a los autores la contradicción de estas respuestas con las de las anteriores encuestas, *“si el uso de los Multimedia es admitido como interesante, conveniente o necesario, no se entiende que a la hora de organizar la asignatura ideal no se contemple un papel más relevante para ellos.”* Las encuestas a los alumnos sobre la valoración del uso en clase de los multimedia resultó de un promedio superior que la de los profesores.

Conclusiones destacadas por los autores:

1. El profesor sigue siendo elemento más significativo en la enseñanza
2. El PC tienen relevancia en la tecnología multimedia, basada en documentos multilingüaje y multisensoriales.
3. Las ventajas de las NNTT son: sencillez de manejo, motivación e interactividad, autoaprendizaje, autoevaluación, enseñanza personalizada.
4. Aunque las NNTT también poseen inconvenientes, los principales son: necesidad de formación, actualización constante, elevado coste.
5. Los sistemas multimedia constituyen una buena herramienta de enseñanza.
6. Interés institucional por la innovación didáctica. Escasa motivación por parte de los profesores.
7. Bajo uso de sistemas multimedia en clases práctica y nulo en teoría.
8. Fuerte estabilidad de datos al comparar los datos de la situación actual con una hipotética de total disponibilidad de medios.
9. Los alumnos proponen incrementar la docencia basada en NNTT

Las enseñanzas semipresenciales: la experiencia de la ETS de Ingeniería de Terrassa.

Los profesores de la UPC Rajadell¹⁶⁰ y Astals exponen en esta comunicación los tres objetivos de la formación semipresencial de segundo ciclo ofrecida por la ETSEIT:

1. Completar la oferta de estudios de Organización Industrial.
2. Ampliar el ámbito geográfico del campus de Terrassa.
3. Ofrecer estudios de segundo ciclo a diplomados con obligaciones laborales.

Se presentan condiciones y actividades desarrolladas para la puesta en marcha de la nueva titulación, costes de profesores, tutores, coordinadores de asignaturas, elaboración de material de estudio, e inversiones y su período de amortización. En la oferta semipresencial de la ETSEIT existen tres tipos de asignaturas:

- Completamente presenciales.
- Clases presenciales combinados con trabajos a distancia.
- Completamente a distancia.

La titulación de Ingeniería de Organización Industrial en estudios semipresenciales se plantea con unos objetivos específicos particulares:

- Itinerario que ayude al estudiante a aprender. Diseño de material didáctico, acorde a este fin. El alumno es el protagonista del proceso de aprendizaje.
- Compatibilidad con las responsabilidades laborales. Evaluación continuada, voluntaria para el estudiante.

Los autores exponen los recursos humanos necesarios para poder desarrollar los estudios:

- Autores de material de estudio
- Profesores de las asignaturas (profesores UPC)
- Tutores. Encargados de la orientación académica y seguimiento del alumno a lo largo de la carrera. Deben evitar la deserción. No tienen reconocimiento en cuanto a actividad docente.
- Personal técnico de apoyo, soporte informático a profesores y estudiantes.

Los objetivos del material de estudio son:

- Motivar y guiar las acciones de autoaprendizaje
- Facilitar el estudio y la comprensión de la asignatura
- Posibilitar la autoevaluación del progreso realizado.

¹⁶⁰ Rajadell Carreras, Manel; Astals Coma, Farnesc. Las enseñanzas semipresenciales: la experiencia de la ETS de Ingeniería de Terrassa. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

Para el éxito de los estudios planteados los autores exponen sus necesidades: campus digital (plataforma ATENEA, la mismo que los estudios presenciales, para aprovechar experiencia y escala de costes), equipos informáticos conectados a internet para cada profesor, servicios informáticos centrales, soporte administrativo y material de estudio.

Los estudios semipresenciales siguen el mismo Plan de Estudios que los presenciales publicado en el BOE, pero con una diferente distribución de las asignaturas entre obligatoria, optativas y libre elección, y distribuyendo los 150 créditos en 6 semestres en vez de los 4 de los estudios presenciales.

Cada asignatura dispone de un Plan Docente, donde se presenta una visión global de la materia y se la encuadra en el conjunto del Plan de Estudios de Ingeniería de Organización. Los documentos básicos de trabajo de la asignatura son:

- Guías de estudio de los módulos. Definen objetivos, contenidos, requisitos y actividades.
- Bases de datos personales de cada profesor, recogen su experiencia en la implementación de la asignatura.
- Ejercicios-problemas. Relacionados con los contenidos teóricos, especificando criterios de valoración, ponderación de la nota, y con las resoluciones exactas.
- Referencias específicas

Para los autores *“las probabilidades de éxito de los estudiantes están directamente relacionadas con el ritmo de estudio continuado a lo largo del semestre”*, razón por la cual proponen un sistema de evaluación continuada, que aunque no es obligatoria si es incentivada por los profesores.

El uso de las TIC en la formación: el caso ARFO.

Para los profesores Orero¹⁶¹ y otros del Grupo de Ingeniería de Organización de la ETSITM, los avances tecnológicos suponen una revolución en los métodos de impartición de las clases, y la universidad es *“el lugar idóneo para el desarrollo de experiencias de teleformación”* tanto desde el punto de vista tecnológico como de nuevos métodos pedagógicos. La plataforma ARFO que presentan trata de evitar al alumno su aislamiento del conocimiento, incrementando la relación con el profesor, permitiendo un seguimiento individualizado.

Para los autores, los avances que se están produciendo en las TIC *“y en especial en internet”* eliminan las barreras existentes hasta ese momento entre la formación presencial y a distancia. La utilización de internet en la formación

¹⁶¹ Orero Giménez, Alejandro; Criado Fernández, Mar; García Cabeza, Camilo. El uso de las TIC en la formación: el caso ARFO. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

proporciona ventajas respecto a la tradicional formación a distancia, pero la teleformación *“no puede ser simplemente la distribución de documentación a través de la red, internet exige metodologías docentes adaptadas al nuevo medio que exploten las ventajas que la tecnología nos proporciona”*. Para ello hay que diseñar una plataforma que sea capaz de integrar todos los procesos del proceso docente:

- Impartición de docencia
- Creación de cursos
- Edición de contenidos
- Seguimiento de cursos
- Gestión administrativa

La teleformación ha de permitir un alto grado de interactividad, y para ello solo es necesaria una plataforma tecnológica avanzada que se ajuste a las necesidades que la metodología docente impone.

A través de una descripción de la plataforma ARFO desarrollada por el Grupo de Ingeniería de Organización, concluyen que las tres características principales de una buena plataforma de teleformación son:

1. Buen análisis de procesos, acorde con la metodología docente a desarrollar
2. Entorno de conocimiento distribuido mediante las posibilidades de internet
3. Integración. Evitar redundancias, inconsistencias.

Sistema Multimedia aplicado a la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje en el estudio de las Bombas Hidráulicas.

Los profesores del área de mecánica de fluidos de la EHU, preocupados por la mejora de la calidad de la enseñanza, se animaron a crear productos didácticos de soporte a la docencia de máquinas hidráulicas, para ello buscaron la colaboración de profesores del área de ingeniería gráfica para implantar programas gráficos de EAO para diseñar prácticas virtuales que permitiesen al alumno desarrollar un tipo de aprendizaje de carácter interactivo.

Para Pellejero¹⁶² y otros, el profesor ha de considerar al ordenador *“como un medio que está a su disposición para impartir una enseñanza cada vez más preparada y de más calidad”*. Desde el punto de vista pedagógico el ordenador ha de permitir:

- *“Acercar la realidad al alumno en las mejores condiciones posibles*
- *Ilustrar la palabra del profesor con herramientas multimedia, representando en realidad virtual cualquier tipo de proceso*

¹⁶² Pellejero Salaberria, I; Mongelos Oquiñena, MB; Gurruchaga Vázquez, JM; Galarraga Astibia, R; Garmendia Mujika, M; Oriozabala Brit, JA. Sistema Multimedia aplicado a la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje en el estudio de las Bombas Hidráulicas. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

- *Ayudar a la fijación de conocimientos, destrezas o hábitos*
- *Despertar aptitudes y habilidades nuevas entre los alumnos”*

Después de la presentación del planteamiento, el objeto y el desarrollo del proyecto, los autores llegan a la conclusión que los resultados han sido muy positivos por:

- Opiniones muy favorables de los alumnos
- Mejora el rendimiento de las clases prácticas y teóricas
- La colaboración entre departamentos ha estado muy fructífera

Laboratorio Virtual para el Estudio y Aprendizaje de Mecanismos en la Ingeniería.

Martín Lorenzo¹⁶³ y otros profesores del departamento de Cartografía y Expresión Gráfica de la Universidad de Las Palmas exponen que, en el momento de escribir esta ponencia, las herramientas que facilitan el desarrollo de Realidad Virtual han experimentado un gran avance, con la facilidad añadida que el equipo tecnológico necesario para ejecutar estas aplicaciones es simple y estándar, gracias al nuevo escenario basado en la web.

Se disponen de sofisticados entornos de desarrollo de mundos virtuales en lenguaje VRML, y se afianzan los lenguajes de visualización y programación que facilitan la integración de textos, imágenes videos y sonidos, lo que permite interactuar de forma amigable e intuitiva.

Los profesores citan a Guzmán¹⁶⁴ y Núñez¹⁶⁵ como los principales autores fundadores de los términos Laboratorio Virtual y EVA, y afirman que este tipo de tecnologías se pueden utilizar como mejora y complemento a la formación tradicional en las universidades.

¹⁶³ Martín Lorenzo, Gerardo; Suárez Rivero, José Pablo; García Domínguez, Melchor. Laboratorio Virtual para el Estudio y Aprendizaje de Mecanismos en la Ingeniería. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

¹⁶⁴ Guzmán, A; Núñez, G. "Virtual Learning Spaces in Distance Education: Tools for the Eva Project" International Journal Expert Systems with Applications (Special Issue), Pergamon Press, 1998.

¹⁶⁵ Núñez, G. "Tecnologías avanzadas de información para soportar el aprendizaje: el proyecto EVA". Proc. Ff the Int. Symposium on Information Technologies for Learning, DF, Mexico, 1997.

Exponen que existen tres métodos de para usar VRML, cada una con sus ventajas e inconvenientes:

<i>Método</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
<i>Editor de texto</i>	<i>No es necesario comprar software adicional. Acceso a todas las características VRML. Control detallado de la eficiencia del lenguaje.</i>	<i>Difícil construir elementos 3D. Requiere conocimientos del lenguaje: síntesis y semántica.</i>
<i>Entornos desarrollo VRML</i>	<i>Fácil creación de elementos 3D, animación e interfaz de usuario. No es necesario conocimiento detallado VRML</i>	<i>No acceso a todas las posibilidades del lenguaje VRML. El código que se genera no es el más eficiente.</i>
<i>Modelador 3D y traductor de formato</i>	<i>Buena capacidad de desarrollo de elementos en 3D, animación e interacción.</i>	<i>No acceso a todas las posibilidades del lenguaje VRML. El código que se genera no es el más eficiente. Software no diseñado para soportar VRML Normalmente solo existe una vía en la traducción al lenguaje.</i>

Ilustración 37. Métodos VRML (Martín Lorenzo).

Los profesores alegan que la elección de las herramientas de desarrollo es un factor decisivo para el éxito del proyecto. En su experiencia proponen una combinación de los tres tipos de herramientas expuestos para la creación de mundos VRML, a fin de poder aprovechar las ventajas de cada uno de ellos, minimizado a su vez sus inconvenientes.

Los autores presentan su Laboratorio Virtual en la Ingeniería de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria como un ejemplo más de los trabajos que se presentan en su momento, con la confianza que en el futuro los laboratorios virtuales se convertirán en elementos integrados en los procesos de enseñanza.

X C.U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. **Valencia 2002.**

Nueva metodología en la docencia en ingeniería química.

La profesora Sentana¹⁶⁶ propone un estudio estadístico para conocer los déficits de los alumnos de la asignatura Expresión Gráfica en Ingeniería Química de la Universidad de Alicante y una metodología para solventar estas deficiencias, a la vez que aumentara el rendimiento de los alumnos en la asignatura. Se destaca el problema de la no obligatoriedad del estudio de dibujo técnico en los cursos previos de acceso a la universidad, lo que genera un déficit de conocimientos sobre la materia entre los alumnos que acceden, mientras que vez que esta diversidad de población que no se da en otras asignaturas. Los autores arguyen este problema como causa del elevado número de abandonos de la asignatura.

Se propone una innovación didáctica que desarrolle actitudes más participativas y creativas, que va a beneficiar no solo en la asignatura de Expresión Gráfica, sino en la formación global del Ingeniero Químico. El cambio de metodología de las clases pretende:

- Disminuir el elevado número de suspensos en la asignatura.
- Aumentar la participación activa de los alumnos y la presencia en las clases de teoría y prácticas.
- Detectar y paliar los problemas de base en la preparación de los alumnos.
- Iniciar a los alumnos en técnicas de trabajo en grupo.
- Aprovechar las experiencias positivas de los alumnos.
- Favorecer la comunicación entre los alumnos, aprovechando el trabajo grupal, cooperativo y solidario.

Se expone una metodología basada en grupos de especialistas – cooperativos. Los autores llegan a la conclusión que *“empleando esta técnica las clases son más amenas, se consiguen mejores rendimientos, son los propios alumnos los que contribuyen al proceso de enseñanza-aprendizaje, se fomenta la participación de los alumnos, se consigue un mejor aprovechamiento del tiempo”*.

¹⁶⁶ Sentana Gadea, Irene; Ferreiro Prieto, Ignacio; Tomás Jover, Roberto; Díaz Ivorra, M^aCarmen. Nueva metodología en la docencia en ingeniería química. Actas del X Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2002.

Evolución en la enseñanza del dibujo técnico mecánico en las enseñanzas técnicas.

Desde el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante, Martínez¹⁶⁷ destaca el gran cambio en la metodología empleada para la impartición del dibujo técnico, desde la construcción directa en pizarra, pasando por la utilización de transparencias, hasta la utilización de programas de CAD. El ordenador se ha convertido en la herramienta fundamental de la enseñanza de la asignatura, *“alterando los criterios de corrección y evaluación así como la forma de examinar”*. Los autores pretenden dar una visión general de la evolución que ha tomado la asignatura del Dibujo Técnico, y ofrecer una previsión de futuro hacia la impartición de clases no presenciales mediante tecnologías basadas en la utilización de las ventajas de las telecomunicaciones para una enseñanza de calidad.

Se ha producido una remodelación de los planes de estudio hacia unos contenidos acordes con la tecnología, evolución que, a criterio de los autores, *“no ha sido suficiente”*. El Dibujo Técnico aparece relegado a un segundo plano dentro de los planes de estudio de muchas enseñanzas técnicas *“olvidando los verdaderos orígenes de las ingenierías”*. Martínez y Sentana demuestran que existe una progresiva reducción de horas lectivas, no sólo en la Expresión Gráfica sino también en el resto de materias, comparando la Orden de 27 de octubre de 1969 (planes de estudio de Escuelas de Arquitectos Técnicos e Ingeniería Técnica) con el Real Decreto 1404/1992, de 20 de Noviembre.

Los autores pretenden definir el contenido de las enseñanzas de Expresión Gráfica en la Ingeniería Técnica Industrial. El ingeniero debe dominar las siguientes materias y procesos:

- Construcciones Geométricas: la práctica totalidad de las construcciones geométricas se pueden desarrollar directamente en CAD. Lo importante es la transmisión de la utilidad de cada uno de los conceptos y no su resolución *“prácticamente automática con las herramientas actuales CAD”*. *“Lo verdaderamente interesante no radica en cómo trazar un óvalo o un ovoide sino su utilidad como geometría constructiva”*.
- Normalización: es recomendable un conocimiento profundo de toda la normalización. Con la ayuda de las bibliotecas existentes de elementos normalizados para CAD se facilita la enseñanza de componentes mecánicos.
- Sistema diédrico: contenido orientado al dibujo de instalaciones
- Sistema de planos acotados: desarrollo de la asignatura de Topografía con la ayuda de programas de CAD.
- Perspectivas: *“en el dibujo industrial, las perspectivas se encuentran relegadas a un segundo plano”*. Los conceptos fundamentales en los que se

¹⁶⁷ Martínez Sentana, Alberto; Sentana Gadea, Irene. Evolución en la enseñanza del dibujo técnico mecánico en las enseñanzas técnicas. Actas del X Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2002.

basan son necesarios para la comprensión de su utilidad. Los programas de CAD las ejecutan.

Los autores apuestan porque la enseñanza del dibujo ha pasado ya del papel al ordenador, y se preguntan “¿es lícito olvidarse de la escuadra, la regla, el cartabón, los tradicionales útiles de dibujo y pasar directamente al ratón del ordenador?” Para ellos, el dibujo a mano alzada siempre ha sido fundamental en la labor profesional del Ingeniero, de forma que es interesante que una parte de la formación del técnico sea a través de dibujo de croquización, a pesar que ya es el momento de plantearse el paso total a la representación electrónica.

Aplicación del dibujo tridimensional a la enseñanza de la geometría del espacio o geometría descriptiva.

A juicio del profesor Vicario¹⁶⁸, de la EUITIM, la Geometría Descriptiva es el área de la Ingeniería Gráfica que más fuertemente ha recibido el impacto de la utilización del CAD, “*hasta el punto de poner en cuestión la eficacia de los sistemas de representación tradicionales*”. Los autores exponen una metodología para la enseñanza de la Geometría Descriptiva que trata de aunar la utilización de los programas de CAD con una secuenciación racional de contenidos, cuyo objetivo primordial es el desarrollo de la concepción espacial en el alumno. Las premisas de partida son las siguientes:

- En la industria, el diseño se desarrollan utilizando programas de CAD comerciales.
- En la enseñanza de los sistemas de representación tradicionales, los contenidos se ordenan de una manera racional para conformar adecuadamente el pensamiento.
- Los sistemas de representación aplican los axiomas y proposiciones de la geometría del espacio a las características particulares de cada uno de ellos.

Es por ello que se afirma que los principios básicos que deben regir la enseñanza de la geometría descriptiva son:

- Explicar los fundamentos de los sistemas de representación tradicionales, pero desarrollar la concepción espacial mediante un sistema de dibujo tridimensional utilizando programas de CAD.
- Evitar el uso de herramientas sofisticadas y específicas de CAD. “*No se trata de aprender el manejo de un determinado programa, sino de desarrollar la concepción espacial mediante la aplicación de proposiciones geométricas en un entorno de dibujo tridimensional*”.

¹⁶⁸ Vicario López, José; Corbella Barrios, David. Aplicación del dibujo tridimensional a la enseñanza de la geometría del espacio o geometría descriptiva. Actas del X Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2002.

- Secuenciar los contenidos del mismo modo que en los sistemas de representación tradicionales.

Nuevas expectativas tutoriales y didácticas en un entorno de red: ejecución remota y en tiempo real de presentaciones, prácticas dirigidas, resolución de dudas y tutorías.

El profesor Merino¹⁶⁹ expone que hay que adaptarse a la revolución tecnológica e *“ir incorporando, a través de la reflexión y de la experiencia, una nueva forma de impartir nuestras clases en torno a ese elemento perturbador que es la informática, que día tras día provoca continuos cambios obligándonos a adoptar nuevas aptitudes y nuevos papeles”*. Se exponen las 4 posibilidades de los paradigmas de comunicación básica remota, que a criterio de los autores son:

- *“Exposiciones presenciales y remotas”*; mostrando en tiempo real y en todos los ordenadores conectados en red, presenciales o remotos, la exposición del profesor en su equipo.
- *“Prácticas dirigidas, presenciales y remotas”*; los alumnos desde sus ordenadores pueden reproducir simultáneamente las acciones u operaciones que el profesor les muestra en tiempo real en sus pantallas.
- *“Resolución de dudas en el aula y tutorías remotas”*; mediante llamada al tutor que contesta, en el ordenador del alumno.
- *“Preguntas remotas”*; el profesor propone al alumno la resolución de alguna pregunta que deberá resolver en su ordenador, mientras su respuesta aparece en las pantallas de los ordenadores de todos los demás presentes en el laboratorio.

¹⁶⁹ Merino Egea, Manuel; Martín García, Jesús; Corbella Ribes, David; Recio Díaz, M^a Mar; Ocaña López, Rosa; Vicario López, José; Narbón Prieto, Julián. Nuevas expectativas tutoriales y didácticas en un entorno de red: ejecución remota y en tiempo real de presentaciones, prácticas dirigidas, resolución de dudas y tutorías. Actas del X Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2002.

XI Congreso U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

Hacia la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior: nuevo diseño de la asignatura "redes industriales de computadores".

En 2003 el profesor Capella¹⁷⁰ expone la adaptación de la asignatura "redes industriales de computadores" al sistema de créditos ECTS mediante una enseñanza orientada al aprendizaje, persiguiendo la consecución del saber hacer, del aprender a aprender y demás habilidades necesarias para el futuro ejercicio profesional. Para ello, el diseño de la asignatura ha desplazado la metodología de la lección magistral y en cambio se han planteado actividades orientadas a una participación activa del alumno (tales como: estudio dirigido, seminarios, presentaciones públicas, estudio de casos, miniproyectos), para que el alumno genere esquemas conceptuales y no los herede del profesor, aumentando el espíritu crítico.

Análisis de la dedicación horaria del alumno de fase selectiva del plan de estudios 95 en la EUETIB.

En esta ponencia el profesor Benito¹⁷¹ expone que el propósito de la "fase selectiva" implementada en el plan 1995 en la EUETIB, es poder establecer si los alumnos que acceden a los estudios están en condiciones de poder superarlos con relativa comodidad en el tiempo establecido. Lleva a cabo un estudio cuyo objetivo "no es conseguir un mayor número de aprobados", sino en establecer los puntos del nuevo sistema que pueden entorpecer el aprendizaje por parte del alumno, y proponer soluciones.

El primer cuatrimestre para la mayoría de los estudiantes es su primer curso universitario. El desconocimiento del funcionamiento de la fase selectiva conlleva una importante falta de planificación por parte del alumno, de forma que para aumentar la eficacia del proceso de aprendizaje, el autor propone realizar un trabajo de información, planificar el curso para ayudar al estudiante "en el qué, el cuándo y el cómo estudiar". Plantea centrarse en dos puntos: Planificación del curso y estudio de la dedicación horaria.

¹⁷⁰ Capella, Juan V; Ors, Rafael. Hacia la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior: nuevo diseño de la asignatura "redes industriales de computadores". Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

¹⁷¹ Benito, JA. Análisis de la dedicación horaria del alumno de fase selectiva del plan de estudios 95 en la EUETIB. Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

Para planificar adecuadamente el curso se propone suministrar al alumno información sobre:

- Programa completo y desarrollo temporal de cada tema.
- Elaboración de los objetivos generales y específicos de la asignatura desglosados por temas.
- Criterios de evaluación, tipos de pruebas y desarrollo de la evaluación.
- Funcionamiento de la fase selectiva.
- Bibliografía recomendada para cada tema.

El estudio llevado a cabo de la dedicación horaria al estudio del alumno, considerándolo como un trabajador con jornada laboral de 40 horas semanales (25 lectivas de teoría y prácticas) induce al autor a pensar que el número de horas lectivas de un curso académico es muy elevado. En el supuesto que una hora lectiva corresponde a una hora de estudio personal, significaría una jornada laboral semanal de 50 horas. Destaca diferencias importantes entre alumnos en las horas dedicadas al estudio voluntario. Sin embargo el tiempo de estudio dedicado a los exámenes es similar en todos los alumnos, lo que indica falta de hábito de muchos de los estudiantes.

La estructura de curso y el perfil de dedicación horaria del alumno durante el cuatrimestre permiten concluir:

- Se fomenta un aprendizaje estratégico: el alumno se centra en conocer el sistema de notas y los temas clave para conseguir el aprobado.
- Se fomenta un aprendizaje superficial: el alumno memoriza conceptos, sin reflexionar sobre las estrategias de resolución de problemas.
- El alumno termina agotado. En las últimas semanas del curso, aumentan las ausencias en clase y disminuye la atención en ella.

A partir de las conclusiones del estudio realizado se decide poner en marcha las siguientes acciones de mejora del aprendizaje:

- Establecer clases de trabajo en grupo para resolución de problemas. Estas clases, solo son posibles con grupos de alumnos reducidos. El profesor tutela los grupos resolviendo las dudas puntuales.
- Exclusión de prácticas en las semanas con exámenes parciales.
- Fomento de la participación del alumnado en el estudio con un reconocimiento en la nota final.

Como conclusión final se señala que la inclusión de dos exámenes parciales para cada asignatura durante las semanas lectivas del curso provoca que el alumno estudie sólo los días antes del examen y no se dedique a la asignatura hasta el próximo. El alto número de horas lectivas durante el curso provoca que en las semanas de exámenes el alumno tenga poco tiempo para estudiar y acabe el curso desfondado. Estas dos características provocan la aparición de un aprendizaje estratégico y superficial frente a mejores tipos de aprendizaje, que se pueden

fomentar con trabajos en grupo, con clases con menos alumnos y una buena planificación de exámenes.

Adaptación de los créditos ECTS a l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial d'Igualada.

El profesor Solé¹⁷² expone la metodología llevada a cabo en la EUETII para la elaboración de la adaptación del plan de estudios y su equivalencia en créditos ECTS: recopilación de datos mediante encuestas de profesores y alumnos (con expediente académico medio, notas entre aprobado y notable) para determinar la carga de trabajo que le supone al alumno la superación de cada una de las asignaturas. Se ha hallado el coeficiente entre las horas no presenciales y las presenciales. Los datos presentados por los profesores coincidían en gran medida con los de los alumnos. Solé llega a la conclusión que *“los coeficientes entre el trabajo no presencial y el trabajo presencial se acercan a la unidad con una cierta diferencia entre los que corresponden a las asignaturas de carácter teórico y las asignaturas de prácticas o de laboratorio, siendo este coeficiente para éstas últimas aproximadamente la mitad del que les corresponde a las asignaturas teóricas”*.

La docència d'informàtica en estudis no informàtics

El profesor Ayala¹⁷³ y otros del departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos (LSI) de la UPC destacan la rápida incorporación que ha tenido la informática en todos los ámbitos de las ingenierías. Se cita a algunas asociaciones punteras como la Association for Computing Machinery (ACM) y el Institute for Electrical and Electronic Engineering (IEEE) que han hecho grandes esfuerzos para definir marcos de enseñanza de la informática tanto en estudios informáticos como no informáticos. La ETSEIB introdujo las enseñanzas informáticas en el año 1965 en el marco del antiguo laboratorio de cálculo y mecánica. En 1996 el departamento LSI imparte docencia informática en varias escuelas de ingeniería de la UPC, siguiendo las mismas pautas aplicadas a la ETSEIB.

Se destaca que el uso de computadores a las ciencias, la ingeniería o las humanidades se ha convertido de un provecho inestimable, pero que el objetivo de su departamento es la enseñanza de informática y no de aplicaciones informáticas específicas de otras áreas de la ingeniería.

¹⁷² Solé Gustems, Miquel. Adaptación de los créditos ECTS a l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial d'Igualada. Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

¹⁷³ Ayala, D; Franquesa, M; Joan, R; Pérez, Li; Pla, N; Puig, A; Solano, L; Soto, A; Tost, D; Vigo, M; Vila, S; Vilaplana J. La docència d'informàtica en estudis no informàtics. Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

Los autores están de acuerdo con las áreas temáticas asignadas por la ACM y el IEEE a la enseñanza informática: estructuras discretas, fundamentos de programación de computadores, algoritmos y complejidad, lenguajes de programación, arquitectura y organización, sistemas operativos, computación distribuida, interacción persona-máquina, gráficos con computador, sistemas inteligentes, gestión de la información, ingeniería del software, aspectos sociales y profesionales, y aplicaciones científicas.

Después de encuestar a 3 escuelas que imparten un total de 89 asignaturas llegan a las siguientes conclusiones:

- El uso de herramientas informáticas en las asignaturas es muy importante.
- La programación juega un papel importante en el uso de la informática.
- La herramienta ofimática más usada es la hoja de cálculo.
- Las herramientas específicas tienen un papel muy importante.
- Las herramientas genéricas tienen también un papel importante.
- El lenguaje de programación más usado es el C.
- Algunos lenguajes específicos tienen un peso importante.

Se destaca que según el COEIC sólo el 2.4% de los ingenieros industriales colegiados trabaja en empresas informáticas, coincidente con la *“enquesta sobre l’entorn laboral dels enginyers”* del año 2000 del propio Gabinete de estudios del COEIC. Para los autores la disminución progresiva de los profesionales dedicados al sector informático se explica por la progresiva aparición de los titulados en ingeniería informática. Se listan los usos de la informática, según su criterio:

- Entorno ofimático
- Entorno de telecomunicaciones
- Sistemas de información a la empresa
- Aplicaciones técnicas genéricas
- Aplicaciones técnicas específicas
- Evaluación de software comercial
- Subcontratación de software
- Desarrollo de software
- Trabajo relacionado con el hardware

De acuerdo con ello exponen la asignatura introductoria a la informática que imparten de forma coordinada en la ETSEIB, la EUETIT y la EUPM, que es esencialmente una asignatura de programación. Se valoran ventajas e inconvenientes de elegir como puerta de entrada a la informática la programación de ordenadores, de forma como lo llevan a cabo los planes de estudio estatales. En relación con ello se subraya la recomendación de la ACM sobre tres tipos de conocimientos para el conocimiento de la informática para lo no informáticos:

- Habilidades específicas relacionadas con el uso del ordenador
- Conceptos fundamentales y perdurables
- Capacidades intelectuales genéricas

Finalmente se exponen las dificultades detectadas para la impartición de los conocimientos informáticos:

- Tendencia a infravalorar la disciplina
- La asunción que los costes de la informática son menores
- La aceptación de los errores informáticos.
- La rapidez del aprendizaje
- Discrepancia en la valoración del trabajo informático
- Adquisición de pocos conocimientos en términos absolutos
- Falta de retroalimentación
- Carga de abstracción
- Proceso acumulativo

XII Congreso U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Barcelona 2004.

Oficina técnica. Web de soporte a la coordinación de la asignatura.

El profesor Alpiste¹⁷⁴ expone la adaptación llevada a cabo por el LAM de un portal temático de trabajo colaborativo para los profesores de la asignatura de "Oficina Técnica" de la EUETIB. Se promueve la experimentación, la introducción de nuevas metodologías docentes y se incorporan herramientas cognitivas para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los objetivos son: 1- Introducir la asignatura de Oficina Técnica en un entorno de trabajo basado en nuevas tecnologías. 2- Potenciar la planificación del trabajo en grupo, tanto de forma presencial como no presencial. 3- Facilitar herramientas para el intercambio y la gestión de documentos. 4- Fomentar el uso de técnicas de integración ofimática y multimedia. Para la programación de la formación se toma en consideración:

- Las orientaciones teóricas de Reigeluth¹⁷⁵, que contemplan un diseño curricular progresivo, concepto llamado currículum espiral por el autor.
- Las basadas en Kearsley¹⁷⁶, asentadas en el desarrollo de proyectos (Engagement Theory).
- La resolución colaborativa de problemas propugnada por Nelson¹⁷⁷.
- Las aproximaciones de Gardner¹⁷⁸ a múltiples representaciones de los contenidos.

El portal es el único acceso al sistema, y consiste es un buscador, que permite almacenar y gestionar la documentación de forma jerárquica, una zona de coordinación solo para profesores, una lincoteca para ordenar de forma sistemática toda la documentación compartida por los profesores, un espacio común virtual para grupos de trabajo, y una zona de estudios con tablón, foro, correo para los estudiantes. En conclusión los autores afirman que *"estas tecnologías están*

¹⁷⁴ Alpiste Penalba, Francesc; Brigos Hermida, Miguel. Oficina técnica. Web de soporte a la coordinación de la asignatura. Actas del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Barcelona 2004.

¹⁷⁵ Reigeluth, C. "Elaborating the elaboration theory". Educational Technology Research & Development, 40(3), 1992, pp. 80-86.

¹⁷⁶ Kearsley, Greg & Shneiderman Ben, "Engagement Theory: A framework for technology -based teaching and learning. <http://home.sprynet.com/~gkearsley/engage.htm>

¹⁷⁷ Nelson, L. M. (in press). "Collaborative problem solving". In C. M. Reigeluth (Ed.), Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

¹⁷⁸ Gardner, Howard. Multiple approaches to understanding. In C.M. Reigeluth (Ed.). Instructional-design theories and models: A New paradigm of instructional theory. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 1999.

llamadas a ser un recurso básico en los estudios de carácter técnico y su protagonismo aumentará en la medida en que incorporemos metodologías eficaces que ayuden a los estudiantes en su aprendizaje”.

“Gráficos por computador”: una experiencia de formación on-line en el campus virtual compartido del grupo G9.

Según el profesor Suárez Quirós¹⁷⁹ de la universidad de Oviedo, la enseñanza no presencial acarrea un cambio en los papeles de profesores y alumnos y *“fomenta la aparición de unas sinergias sociales altamente eficaces en el proceso formativo, posibilitadas por las herramientas tanto síncronas como asíncronas a disposición de los participantes”.*

El alcance de las TIC en la universidad se extiende a tres ámbitos fundamentales: la creación y gestión de contenidos, el modelo de enseñanza-aprendizaje a desarrollar, y el modelo de organización y gestión académica y administrativa.

La universidad virtual es resultado de un proceso evolutivo en el que los autores distinguen varias etapas:

- Utilización del material impreso
- Docencia basada en material analógico
- Incorporación de herramientas informáticas
- Utilización de tecnología digital a través de Internet.

De esta última etapa, se reseña el potencial que Internet ofrece como herramienta docente:

- Como complemento a la docencia presencial, mediante el desarrollo de contenidos digitales que suministren materiales de trabajo.
- Como soporte de la gestión, mediante herramientas que faciliten las tareas docentes y administrativas
- Como aula virtual efectiva, para crear en la red una infraestructura capaz de integrar todos los elementos docentes empleados en la formación universitaria.

El Campus Virtual Compartido (CVC) ofertado por el grupo G9 de universidades españolas, imparte asignaturas de libre elección de forma completamente no presencial. Se expone la primera experiencia de formación on-line puesta en marcha por el área de Ingeniería Gráfica a nivel nacional: desde el curso 01-02 se ofrece la asignatura “Gráficos por Computador”.

¹⁷⁹ Suárez Quirós, J; Rubio García, R; Gallego Santos, R; Martín González, S. “Gráficos por computador”: una experiencia de formación on-line en el campus virtual compartido del grupo G9. Actas del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Barcelona 2004.

Los sistemas de gestión del proceso enseñanza-aprendizaje (Learning Management System, LMS) integran todas las necesidades que impone la no presencialidad en el aula desde el punto de vista académico y administrativo. Se destacan sus principales características:

- Facilitan el diseño flexible de cursos y su organización
- Establecen políticas de acceso a los cursos
- Permiten crear y organizar las páginas de contenidos de los cursos
- Poseen repositorios de contenidos para publicar recursos
- Mantienen herramientas de comunicación síncrona y/o asíncrona para facilitar la comunicación
- Posibilitan acometer evaluaciones on-line
- Recogen la actividad llevada a cabo por los usuarios del LMS, definen indicadores de la calidad del proceso de aprendizaje
- Disponen de herramientas para la gestión de grupos de trabajo
- Incorporan herramientas de gestión académica y administrativa

La sustitución de la realidad física del aula por la no presencialidad conlleva que las relaciones sociales y colaborativas, no surjan de forma espontánea, siendo necesario incentivarlas ya que a criterio de los autores son muy beneficiosas para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La metodología de trabajo seguida en la asignatura “Gráficos por Computador” está fundamentada en aprendizaje colaborativo, mediante la realización de proyectos puestos en práctica por grupos de alumnos procedentes de universidades de distinta procedencia, poniendo de manifiesto la necesidad de fomentar los aspectos socializantes del proceso de enseñanza, destacando los siguientes conceptos del aprendizaje colaborativo:

- es un reflejo de la actividad cotidiana que se establece en cualquier grupo de trabajo en el que hay la necesidad de aprender juntos.
- facilita la adquisición de habilidades sociales fundamentales para una mayor integración de la comunidad virtual. Mejora del rendimiento del proceso cognitivo del aprendizaje.
- mejora de las capacidades cognitivas de los sujetos, la autoestima, y otras habilidades asociadas a un aprendizaje exitoso.
- (comparado con el que se realiza de forma individual y competitiva) fomenta la adquisición de un mayor nivel de conocimientos, mejora las destrezas en la resolución de problemas y ofrece ventajas cognitivas adicionales a los sujetos
- mejora las habilidades para afrontar en el futuro nuevos procesos de aprendizaje, tanto colaborativos como individualizados.
- refuerza el grado de autonomía
- desarrolla las capacidades sociales

Por todo ello la asignatura desarrolla herramientas de comunicación que potencien el intercambio de ideas y opiniones de forma ágil, como foros de debate, chats, “avisos” de los docentes, y correo electrónico interno.

La base pedagógica de la asignatura se basa en la ecuación del e-learning formulada por Allen¹⁸⁰ $e=m2c$, donde e es la enseñanza, m la motivación y c los contenidos. Es por ello que los autores intentan aumentar la motivación con tres propuestas en el campus virtual:

- Evaluación de trabajos teóricos, por encima de los conceptos de programación.
- Motivación del trabajo en equipo. Todas las actividades se realizan en grupo. Se dispone de una carpeta de intercambio de archivos, y un foro de comunicación.
- Realización de torneos. Utilizando la herramienta chat todos los equipos se enfrentaran en un torneo eliminatorio de preguntas y respuestas relacionadas con los temas teóricos.

Conclusiones del Congreso.

Las conclusiones recogidas por la organización fueron agrupadas por las temáticas de los ejes de trabajo en base a los resúmenes de cada una de las sesiones presentados por los moderadores de las mismas, de las que interesa citar:

Innovación educativa:

- Interés por las materias interdisciplinarias y transdisciplinarias.
- Impartición e intercambio de asignaturas en forma virtual entre distintas universidades.
- Nuevas estrategias de aprendizaje (por proyectos, trabajos en grupo, etc.)
- Tutorías. Evaluación continuada del estudiante y del profesor.
- Dinamización del proceso educativo.
- Enseñanza no presencial.
- Potenciación del aprendizaje y las actitudes responsables.
- La integración en el EEES exige potenciar el trabajo individual y grupal del alumno. (reducir el tamaño de los grupos de estudiantes).

Docencia, investigación y sociedad:

- Adaptación de la docencia a la realidad social.
- Preocupación en el ámbito docente sobre las necesidades que presumiblemente la empresa demanda.
- Buscar los mejores alumnos en secundaria, para la captación de dichos estudiantes.

¹⁸⁰ Allen, MW. “Michael Allen’s Guide to E-learning”. John Wiley & Sons, 2002.

Nuevas tecnologías aplicadas a las enseñanzas técnicas:

- Internet como una gran herramienta y una gran preocupación en el entorno académico.
- Incremento de las aplicaciones multimedia
- Herramientas CAD/CAM/CAE.

Espacio Europeo de Educación Superior:

- Redefinir el concepto de Ingeniería.
- Avanzar en métodos de gestión de calidad para conseguir acreditaciones de las asignaturas.
- Desarrollos curriculares adaptados. Vital la coordinación entre asignaturas.
- Agrupar titulaciones que actualmente están dispersas

Según la organización, las sesiones de trabajo desarrolladas en el XII CUIEET, se resumen en *“la necesidad de potenciar la cultura de la sostenibilidad en la formación del ingeniero, fomentar las materias de carácter interdisciplinar y transdisciplinar, desplegar nuevas estrategias de aprendizaje y el dinamizar el proceso educativo mediante la utilización de las TIC”*.

XIII Congreso U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Maspalomas 2005.

Ingeniería electrónica industrial: una experiencia en el desarrollo práctico de los créditos ECTS en la EUETIT (UPC).

La profesora Hervada¹⁸¹ expone que el sistema de créditos ECTS es un sistema basado en el trabajo requerido por el estudiante para conseguir los objetivos de un programa docente que se especifica en términos de aprendizaje y competencias que se deben alcanzar.

Este proceso docente implementado parcialmente en la EUETIT por primera vez en el curso 2004-05 ha producido un incremento el nivel general de aprobados. Las pruebas llevadas a cabo para valorar los conocimientos sobre las asignaturas y los niveles de adaptación a los fundamentos, competencias, y habilidades, han concluido que los conocimientos han mejorado respecto a la anterior metodología, a pesar que los niveles de adaptación a los ECTS han tardado en hacerse evidentes, en opinión de los autores debido a la inercia de los alumnos a trabajar con la antigua metodología. Respecto a los profesores se destaca como contrapartida que *“esta metodología también representa un mayor esfuerzo para el profesorado ya que requiere la supervisión de todo el proceso y mayor cantidad de trabajo de corrección”*.

El profesorado universitario y la reforma. Algunas cuestiones pendientes.

Según el profesor García Garrido¹⁸², de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la UPV, la adaptación de las universidades españolas al EEES está convirtiendo a los entes gestores y docentes universitarios en agentes fundamentales del cambio. La universidad española dispone de una larga experiencia docente universitaria y de un reconocido bagaje gracias a la buena cualificación del profesorado, y la inicial de los estudiantes. Para el autor los tres pilares sobre los que se hay que cualquier reforma universitaria son:

- la estructura conceptual administrativa de la Universidad
- la capacitación del profesorado

¹⁸¹ Hervada Sala, Carme; Jaén Fernández, Carles; Quintela Cortés, Jesús M. Ingeniería electrónica industrial: una experiencia en el desarrollo práctico de los créditos ECTS en la EUETIT (UPC). Actas del XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Maspalomas 2005.

¹⁸² García Garrido, J; García Castelló, E; Rodríguez López, A.D; Laguarda Miró, N; Pascual Garrido, J. El profesorado universitario y la reforma. Algunas cuestiones pendientes. Actas del XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Maspalomas 2005.

- la definición final de las directrices generales de las programaciones y métodos educativos a aplicar para los grados.

La modificación de objetivos planteada por el EEES obliga a una *“modificación conceptual de los entes formativos, de manera que obliga intervenir sobre la estructura por una parte de los antiguos conceptos de Escuela y de Departamento”*. La nueva función de las nuevas estructuras obliga a generar un nuevo concepto de profesor universitario. Paralelamente, la desaparición de la diferencia entre escuelas universitarias y técnicas superiores, conlleva su sustitución por nuevos entes, en los mismos recintos y con los mismos medios. Deben aprovecharse sus potencialidades y competitividad individual.

Retos, dificultades y posibilidades de la implantación de una metodología docente vinculada al sistema de créditos ECTS en el área de expresión gráfica en la ingeniería.

El profesor de la UPM Jiménez¹⁸³ expone la ruptura con los esquemas tradicionales de enseñanza que supone la aplicación del sistema de créditos ECTS, y afirma que este cambio de mentalidad incide tanto en profesores como en alumnos, *“siendo ambos fundamentales para el éxito de la experiencia”*. El autor realiza un análisis de diferentes estrategias metodológicas para aplicar al área de conocimiento de Ingeniería Gráfica, resaltando la evolución a partir de las técnicas tradicionales. Se analizan los papeles del profesor y el estudiante y se remarca la importancia de la tutoría. También se analiza la repercusión del apoyo multimedia como ayuda al autoaprendizaje y la autoevaluación, y la evaluación como mecanismo para la revisión y la mejora continua.

Para el profesor Jiménez los problemas del área de conocimiento provienen en parte de los alumnos:

- formación previa muy dispar en cuanto a las asignaturas del área
- unos esquemas mentales poco abiertos al razonamiento abstracto
- no disponen de una base adecuada tecnológica para profundizar en la materia.

y en parte de los profesores:

- histórica reacción negativa de los profesores hacia los sistemas CAD
- inmovilismo metodológico
- alejamiento de la demanda de los empleadores.

La implantación de las nuevas metodologías docentes implica:

¹⁸³ Jiménez, F. Retos, dificultades y posibilidades de la implantación de una metodología docente vinculada al sistema de créditos ECTS en el área de expresión gráfica en la ingeniería. Actas del XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Maspalomas 2005.

- adaptarse al tipo de asignatura, dependiendo que sea inicial o de no.
- transversalidad, aspecto positivo al permitir buscar sinergias con otras materias. Fomentará un avance más rápido y fluido ofreciendo la posibilidad del planteamiento de trabajos multidisciplinares.
- orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la adquisición de competencias, abre un marco de trabajo sobre el que se pueden revisar los contenidos para ajustarlos a la demanda.

A criterio del autor es conveniente publicar las guías docentes, con información sobre datos formales de la asignatura, conocimientos previos necesarios, objetivos generales, programación de actividades docentes y planificación temporal, contenidos mínimos exigibles, metodología docente, bibliografía básica y complementaria, competencias específicas y transversales, criterios de evaluación, y valoración del volumen de trabajo y cronograma.

Se propone diferente metodología docente para las asignaturas iniciales, de primer curso, que para las de continuidad. La metodología que se propone para la asignatura de “Expresión Gráfica” de la EITAM consta de 3 bloques:

- lección magistral, conceptos básicos a partir de los cuales el alumno puede empezar a trabajar. Se fomenta la participación de los alumnos mediante preguntas en pequeños grupos y puesta en común posterior.
- parte práctica de trabajo presencial del alumno en grupos. Se plantean trabajos y ejercicios de aplicación de la teoría de la sesión anterior. El profesor realizará una función de apoyo.
- puesta en común del trabajo practico. Exposición de resultados, dificultades encontradas. La exposición es personalizada. Ejercicios de repaso y recapitulación de temas anteriores para fomentar el trabajo individual del alumno.

Metodología para la asignatura de “Ingeniería Gráfica” de la EITAM (de continuidad):

- Clases teóricas presenciales en las que se expongan los conceptos principales. Planteamiento del proyecto que se acometerá.
- Trabajo en grupo sin presencia del profesor para resolver los problemas establecidos en la clase teórica
- Sistema de tutorías voluntario
- Sistema de tutorías obligatorio, en intervalos regulares, mediante entrevista personal
- Exposición en público de los resultados de los proyectos

XIV C. U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. **Gijón 2006.**

Adaptación de las enseñanzas técnicas a los ECTS (European Credit Transfer System).

Aunque en principio la principal finalidad de los ECTS sea la de proporcionar un instrumento para poder comparar los distintos sistemas educativos europeos, para el profesor de la EPSEVG Sánchez¹⁸⁴ la medida esconde objetivos más ambiciosos que promueven un cambio hacia un nuevo modelo educativo que ha de orientar las programaciones y las metodologías docentes.

El autor pretende definir las herramientas básicas para la adaptación de las enseñanzas técnicas a los ECTS. El primer paso para la preparación de las asignaturas consiste en la definición clara de los objetivos a conseguir, partiendo de los objetivos formativos de cada asignatura. Sánchez aconseja diferenciarlos en dos tipos: los generales (“*metas educativas de la asignatura*”) y los específicos (resultados concretos que se espera del alumno). La ventaja de la formulación de objetivos es que permite comunicar la finalidad del curso de forma clara, proporcionando más información que la simple enumeración de los contenidos formativos a impartir.

Los objetivos específicos son enunciados cortos, formulados siempre desde el punto de vista del estudiante y que describan lo que han de ser capaces de realizar al finalizar una actividad. Se recomienda seguir una clasificación jerárquica del nivel de complejidad de los objetivos específicos según la Taxonomía de Bloom, dividiendo las acciones según su grado de complejidad en 6 apartados:

<i>Adquisición conocimientos</i>	<i>Comprensión</i>	<i>Aplicación</i>	<i>Análisis</i>	<i>Síntesis</i>	<i>Evaluación</i>
<i>Enumerar</i>	<i>Explicar</i>	<i>Resolver</i>	<i>Analizar</i>	<i>Concebir</i>	<i>Evaluar</i>
<i>Nombrar</i>	<i>Interpretar</i>	<i>Utilizar</i>	<i>Organizar</i>	<i>Escribir</i>	<i>Juzgar</i>
<i>Identificar</i>	<i>Prever</i>	<i>Manipular</i>	<i>Deducir</i>	<i>Exponer</i>	<i>Defender</i>
<i>Definir</i>	<i>Describir</i>	<i>Aplicar</i>	<i>Elegir</i>	<i>Definir</i>	<i>Criticar</i>
<i>Reconocer</i>	<i>Comparar</i>	<i>Calcular</i>	<i>Distinguir</i>	<i>Discutir</i>	<i>Justificar</i>
<i>Recordar</i>	<i>Diferenciar</i>	<i>Formular</i>	<i>Comparar</i>	<i>Planificar</i>	<i>Argumentar</i>

Ilustración 38. Taxonomía de Bloom.

Primero hay que clarificar los objetivos a conseguir con el aprendizaje. Segundo detallar la programación de las actividades, tanto las del profesor como las que debe realizar el estudiante (en clase y fuera de ella).

¹⁸⁴ Sánchez J.A., Torrent M., Blanqué B., Perat I. Adaptación de las enseñanzas técnicas a los ECTS (European Credit Transfer System). Actas del XIV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Oviedo 2006.

La introducción de los ECTS en la programación de las asignaturas se basa en el trabajo de los estudiantes; por ello hay que *“regularlo, concretarlo y facilitararlo para que en todo momento el estudiante sepa a qué atenerse”*. Para planificar la enseñanza basada en el aprendizaje, debe realizarse un programa detallado de actividades. Si el alumno participa intensamente en las acciones programadas, no tendrá dificultades para aprobar la asignatura.

Hay que establecer un sistema de feedback inmediato, para tratar que el estudiante sea consciente de que consigue un pequeño éxito cada semana y facilitar su participación hasta el final del curso. *“Los pasos a seguir deben de ser pequeños pero el objetivo final ha de ser ambicioso, para que el estudiante se dé cuenta de la importancia que ha tenido el trabajo realizado. Las técnicas de aprendizaje cooperativo y del aprendizaje basado en proyectos pueden ser útiles para desarrollar este método”*.

El autor define el Aprendizaje Cooperativo como aquella situación de aprendizaje en la que los objetivos de los participantes están estrechamente vinculados, de tal forma que *“cada uno de ellos solo puede conseguir sus objetivos sí y solo sí los demás pueden conseguir los suyos”*. Presenta las siguientes ventajas:

- aumentar la participación en el proceso de aprendizaje
- potenciar actitudes de implicación e iniciativa
- mejorar el grado de comprensión de lo que se hace y por qué se hace
- mejorar el grado de dominio de procedimientos y conceptos
- crear una relación social en el aprendizaje
- incidir directamente en el desarrollo de las actividades
- fomentar la cooperación

Sánchez remarca cinco puntos para que el trabajo de los grupos sea cooperativo:

- *“Interdependencia positiva”*: los componentes del grupo comprenden que tienen que aprender juntos para conseguir sus objetivos.
- *“Responsabilidad y exigencia individual”*: cada componente del grupo tiene una parcela del trabajo, que es necesaria para conseguir el éxito del grupo.
- *“Interacción cara a cara”*: los estudiantes interactúan a corta distancia.
- *“Desarrollo de las habilidades interpersonales propias de los pequeños grupos”*: realimentación constructiva, conseguir el consenso y involucrarse cada componente. Imprescindibles para el efectivo funcionamiento del grupo.
- *“Procesamiento de grupos”*: los grupos estudian su efectividad y determinan la manera de mejorar.

A criterio del autor, en el EEES la evaluación tiene que: fomentar el trabajo de los estudiantes, crear actividades de aprendizaje, proporcionar un feedback que permita mejorar el sistema, juzgar las actuaciones de los estudiantes para ayudarles a mejorar, facilitar la calificación y asegurar la calidad de las asignaturas. Cada evaluación tiene que tener asignada una rúbrica, que es el conjunto de guías de puntuación, para puntuar el trabajo del estudiante.

Estrategias de evaluación del trabajo del alumno usando TIC.

El profesor Fandiño¹⁸⁵ expone los dos sistemas que los autores han puesto en marcha para evaluar el trabajo de los alumnos de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz. Estos sistemas son adaptables para cursos completamente on-line, para enseñanza semipresencial, y como sistema complementario en enseñanza presencial tradicional.

Se muestra dos formas de realizar las labores de evaluación del aprendizaje de los alumnos: 1- Sistema completo de evaluación y calificación desarrollado bajo la plataforma de software MOODLE. 2- Sistema de autoevaluación por medio de baterías de test de respuesta múltiple. Recurso apropiado para realizar la evaluación de los alumnos de los cursos a distancia, con la ventaja de que puede ser autoevaluable, dar al alumno las respuestas correctas y la calificación de forma inmediata, con las ventajas que supone para facilitar el aprendizaje.

Para los autores, un sistema completo necesita de las siguientes partes:

- Modulo de tareas: permite el envío y reenvío de material de manera unidireccional alumno a profesor.
- Modulo Foro: puede ser evaluable, lo que permite calificar la aportación del participante con una nota numérica.
- Módulo cuestionario: Los cuestionarios se deben calificar automáticamente. Pueden tener un límite de tiempo a partir del cual no están disponibles. Las preguntas y las respuestas de los cuestionarios podrán ser mezcladas aleatoriamente para disminuir las copias.
- Módulo Encuesta: Posibilidad de elaborar informes de encuestas.

Para el caso de autoevaluación por medio de baterías de test de respuesta múltiple, se proponen tres sistemas:

- conjunto de cuestiones tipo test multirespuesta con avance programado.
- bloques de cuestiones tipo examen, con distintos niveles de dificultad. El alumno obtendrá al final la puntuación correspondiente a dicha sesión.
- mejora conjunto de cuestiones tipo test multirespuesta, en el que se incluyen factores de aleatorización y agrupación de cuestiones por bloques de contenidos.

¹⁸⁵ Fandiño Patiño, Santiago; Rodríguez Huertas, Rosa; Gámez Mellado, Antonio; Marín Trechera, Luis. Estrategias de evaluación del trabajo del alumno usando TIC. Actas del XIV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Oviedo 2006.

XV Congreso U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. Valladolid 2007.

Diseño curricular adaptado al EEES para la asignatura de Expresión Gráfica en la Ingeniería.

El profesor Torner¹⁸⁶ explica el caso de la adaptación de la asignatura *Expresión Gráfica en la Ingeniería* impartida en la EUETIB, asignatura con una carga de 3,8 créditos ECTS, que significan un total de 95 horas de trabajo para el alumno, repartidas casi a partes iguales entre sesiones presenciales y trabajo no presencial. Destaca que para la adaptación de la asignatura “se busca seguir las directrices marcadas por el EEES, escogiendo las estrategias más adecuadas en cada momento”.

Los contenidos de la asignatura están definidos como Objetivos Específicos, que a su vez tienen asignado su nivel de competencia, y pueden ser de cuatro tipos: 1- Objetivos para el Autoestudio (vinculados a una bibliografía especificada), 2- Objetivos para DAO (específicos para las habilidades prácticas, mediante ejercicios a realizar en clase y a en casa mediante el uso de una herramienta de modelado de sólidos), 3- Objetivos de Conocimiento Combinado (de conocimientos teóricos y habilidades prácticas), y 4- Objetivos transversales.

La asignatura se configura a partir de 6 elementos base: Teoría (Contenidos de autoaprendizaje y sesiones expositivas), Ejercicios de croquización, Ejercicios de DAO mediante un tutorial guiado (para resolver en casa), Ejercicios de DAO para resolver en clase, Proyecto, y Carpeta del Estudiante.

Se expone que en las rúbricas se establecen las descripciones de los criterios de evaluación para cada tipo de ejercicio a evaluar, de forma que el estudiante siempre tiene un retorno del sentido de las notas. Se concluye que el objetivo fundamental de realizar la transformación de la asignatura al EEES, sin reducir ni los contenidos ni el nivel de exigencia, ha sido plenamente obtenido. La experiencia obtenida por parte de los profesores y los indicadores de calidad son plenamente satisfactorios. Se destaca el mayor nivel alcanzado en los proyectos en grupo.

¹⁸⁶ Torner Ribé, Jordi; Brigos Hermida, Miguel; Alpiste Penalba, Francesc. Diseño curricular adaptado al EEES para la asignatura de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Actas del XV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valladolid 2007.

Análisis crítico de resultados y planteamiento de mejoras como consecuencia de la adaptación de la Asignatura de Expresión Gráfica en la Ingeniería al EEES

El profesor Brigos¹⁸⁷ lleva a cabo un análisis crítico de la adaptación de la asignatura “Expresión Gráfica en la Ingeniería” al EEES, que se ha ajustado a los conceptos de Objetivos definidos por autores como Moon¹⁸⁸ y Competencias por Kathy¹⁸⁹. Se procesan los resultados académicos en base a descriptores de especialidad y por tipología de ejercicio.

Comparados los resultados de los ejercicios de orientación constructivista propuestos en clase según autores como Deborah¹⁹⁰, con los resultados de las evaluaciones previas al EEES (conocimientos tradicionales) se observa un aumento significativo del número de alumnos aprobados. A pesar de ello se destaca que *“utilizar el parámetro de Porcentaje de Aprobados como sinónimo de Calidad Docente puede ser un error. Sin embargo no deja de ser un objetivo.”*

Se concluye que la adaptación de la asignatura ha mejorado sus resultados, en parte por el aumento en el número de aprobados, pero sobre todo por el aumento en competencias adquiridas, sin reducir los conocimientos que se adquirirían antes de la adaptación de la asignatura.

Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en un entorno semi-presencial de aprendizaje.

El profesor Alpiste¹⁹¹ propone un método, validado empíricamente, para evaluar la satisfacción del estudiante en entornos semipresenciales de aprendizaje. La integración al EEES viene acompañada por algunas metodologías docentes sustentadas en tecnología, de forma que se incorporan entornos virtuales de

¹⁸⁷ Brigos Hermida, Miguel; Alpiste Penalba, Francesc; Torner Ribé, Jordi. Análisis crítico de resultados y planteamiento de mejoras como consecuencia de la adaptación de la Asignatura de Expresión Gráfica en la Ingeniería al EEES. Actas del XV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valladolid 2007.

¹⁸⁸ Moon J. Linking Levels, Learning Outcomes and Assessment criteria: the Design of Programmes and Modules in Higher Education. unpublished paper, Staff Development Unit, University of Exeter. 2000.

¹⁸⁹ Kathy V. Writing instructional objectives. PhD, CLS(NCA), NAACLS Board of Directors.

¹⁹⁰ Deborah B, Kaurman F, Richard F. Accountig for individual effort in cooperative learning teams. J. Engr. Education, 89(2), 133–140 (2000).

¹⁹¹ Alpiste Penalba, Francesc; Torner Ribé, Jordi; Brigos Hermida, Miguel. Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en un entorno semi-presencial de aprendizaje. Actas del XV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valladolid 2007.

aprendizaje que complementan las actividades presenciales, facilitando la publicación, la comunicación y el trabajo en grupo. La actividad presencial queda complementada por actividades no presenciales programadas, de manera que el modelo didáctico pasa a ser semipresencial.

El autor afirma que las encuestas tradicionales no profundizan en aspectos clave como la evaluación del proceso o la metodología del aprendizaje, y propone *“Incidir en la opinión de los estudiantes del proceso de enseñanza-aprendizaje permite obtener orientaciones para la mejora de la actividad docente”*. El LAM introduce procesos de gestión de la calidad, en los que las encuestas de satisfacción reciben gran protagonismo. Se incorporan preguntas concernientes a la programación de contenidos, a la metodología y a las actividades desarrolladas, de manera que, a partir de la evidencia empírica, poder sugerir acciones de mejora.

Se llevaron a cabo encuestas de satisfacción a los alumnos del curso 2006-07 de la asignatura de Expresión Gráfica y DAO de la EUETIB, siguiendo los modelos SETE (Student's Evaluation of Teaching Effectiveness) y US (User satisfaction) de Cashin¹⁹² y Cohen¹⁹³. El análisis de las encuestas permite al autor concluir sobre: 1- la dispersión en las respuestas relacionadas con la metodología, 2- la carga de trabajo valorada de forma excesiva por los estudiantes, 3- los estudiantes perciben un buen conocimiento de la materia por parte de los profesores, 4- interés e importancia de la asignatura alto, 5- se valora poco positivamente los test diarios de teoría, 6- El aspecto metodológico mejor valorado es el trabajo en grupo. Gracias a estas encuestas Alpiste propone mejoras para la asignatura: suprimir preguntas de test que muestran *“poca comunalidad en el análisis factorial”*, proponer nuevas redacciones para las preguntas específicas, y proponer nuevas redacciones que complementen los ítems de interés importancia, metodología.

Conclusiones.

Las conclusiones presentadas por la organización del congreso se agrupan por áreas temáticas.

Mejoras e innovación educativa:

- Existe gran interés del profesorado en aprender y aplicar nuevos métodos que mejoren la calidad de la docencia.
- Es importante el correcto diseño de las estrategias docentes para el correcto desarrollo de las competencias que el estudiante ha de adquirir. Hay que incorporar las competencias genéricas a los objetivos de las asignaturas.

¹⁹² Cashin, WE; Downey, RG. Using Global student rating items for summative evaluation, Journal of Educational Psychology 84 (4) 1992, pp 563-572.

¹⁹³ Cohen, PA. Student ratings of instruction and student achievement, Review of Educational Research 51 (3) 1981 pp 281-309.

- El uso de metodologías activas resulta atractivo a los estudiantes, por lo que aumenta su compromiso y asistencia a clase. Disminuye el número de abandonos.
- El aumento de la motivación incide tanto en la mejora los resultados académicos como en la satisfacción del profesorado.
- El aprendizaje cooperativo y el orientado a la resolución de problemas son las estrategias de metodología activa más utilizadas.
- En las nuevas metodologías docentes aumenta la importancia de la evaluación continua. Para los estudiantes tienen una influencia baja en la nota final, en comparación al esfuerzo que requieren.
- Es necesario mejorar la información de los estudiantes. Antes del ingreso en la universidad y durante el desarrollo de la carrera.
- Para potenciar la información a los estudiantes, se plantea la posibilidad de crear la figura del estudiante tutor.
- Presentación de herramientas de apoyo a la docencia. No se ha valorado suficientemente su repercusión en el aprendizaje.

Espacio Europeo de Educación Superior:

- El trabajo en equipo motiva a los estudiantes y promueve su responsabilidad.
- El proceso de evaluación continua produce retroalimentación tanto en el profesor como en los alumnos. Fomenta la asistencia a las tutorías.
- Es necesario mejorar la coherencia entre objetivos de aprendizaje y los procesos de evaluación. Hay que definir los objetivos de aprendizaje a partir de las competencias a adquirir.

Estructura curricular y planes de estudio:

- El portafolio tutorial es una herramienta positiva: trabaja competencias transversales como la organización, innovación planificación y la responsabilidad.
- Es necesaria la utilización de las nuevas metodologías docentes para formar en competencias.
- Interés del profesorado en aplicar criterios del EEES y actualizar los conocimientos de los estudiantes.
- Es necesaria la introducción de las TIC en la formación curricular del alumno.

Docencia, ingeniería y sociedad:

- La aportación de las empresas a la formación universitaria produce una mejora en la adquisición de habilidades. Cambia la actitud de los estudiantes.
- Interés del personal de recursos humanos de las empresas por participar en la formación universitaria.
- Identificar las necesidades de las empresas para trasladarlas a la universidad.
- Necesidad de colaboración universidad-empresa.

- Formación en el cuidado medioambiental.

E-learning y formación:

- La utilización de plataformas virtuales se valora positivamente.
- Este tipo de enseñanza aumenta la carga de trabajo del profesorado.
- Evolución hacia la posibilidad de utilizar las TIC dirigidas a una enseñanza no presencial.
- Creación de sinergias y espacios de colaboración.
- Utilización de laboratorios virtuales para la optimización de recursos.

XVI C.U. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. **Cádiz 2008.**

¿Aprendes o te examinas?: evaluación de competencias versus evaluación de conocimientos

Los profesores de la UPV Camiña y Ballester¹⁹⁴ llevan a cabo una revisión de los criterios, fases y enfoques en el proceso evaluativo. Analizan las estrategias de evaluación, y se centran en la discusión de las técnicas para valorar habilidades y actitudes, junto con procedimientos no convencionales de evaluación.

Para los autores la evaluación de competencias, bajo la óptica del EEES, debe llevarse a cabo bajo una doble dimensión: formativa y de acreditación. La evaluación constituye un mecanismo necesario para confirmar que los estudiantes poseen las competencias precisas para el correcto ejercicio profesional. Se distinguen tres tipos de enfoques en la evaluación:

- Inicial
- Formativa
- Sumativa

La evaluación “*inicial o diagnóstica*” tiene por objetivo ajustar el punto de partida del proceso de enseñanza-aprendizaje. La recogida de información se focaliza en comprobar si los alumnos tienen los conocimientos previos requeridos, y conocer el conocimiento contextualizado. Permite iniciar el proceso formativo tal i como estaba programado o adecuarlo a las carencias detectadas. La evaluación “*formativa*”, también llamada en el texto “*progresiva o continua*”, se utiliza con fines de realimentación para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, a la vez que la enseñanza impartida. Para los autores, la evaluación formativa es un buen sistema de aprendizaje, puesto que permite identificar los errores en el proceso, ajustándolo y orientándolo, para ello es imprescindible que exista una correcta realimentación, tanto al estudiante como al profesor, y ello requiere realizar la recogida de información con más frecuencia que otros sistemas. Este tipo de evaluación utiliza los resultados obtenidos durante el curso durante el proceso de aprendizaje con fines de calificación. Finalmente, la evaluación “*sumativa*”, identificada con el concepto tradicional de evaluación, tiene como finalidad esencial la asignación de puntuaciones a los alumnos y la certificación de la adquisición de competencias. “*Su función es más social que pedagógica ya que se trata de determinar si los sujetos reúnen las condiciones necesarias para la superación de un determinado nivel*”. Esta evaluación se realiza al final del proceso educativo y sirve para analizar su desarrollo de forma global y con carácter terminal. “*Su objetivo es determinar niveles*

¹⁹⁴ Camiña Catalá, C; Ballester Sarriás, E. ¿Aprendes o te examinas?: evaluación de competencias versus evaluación de conocimientos. Actas del XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Cádiz 2008.

de éxito o fracaso, de acuerdo con los criterios establecidos y que deben garantizar la validez de la calificación alcanzada”.

Se destacan tres tipos de evaluación:

- Heteroevaluación: realizada en exclusiva por el profesor.
- Autoevaluación: realizada por el mismo estudiante con pautas entregadas por el profesor.
- Coevaluación: realizada por los compañeros de clase con cuestionarios.

Las técnicas de evaluación utilizan cualquier instrumento para obtener información adecuada a los objetivos perseguidos. Pueden servir para:

- valorar conocimientos: lo que el alumno sabe.
- para valorar conductas: lo que el alumno hace, habilidades, prácticas de laboratorio, actividades, ante los que se debe tomar una decisión.
- para valorar actitudes: objetivos de dominio afectivo, valores, intereses, sentimientos de satisfacción.

Aunque los autores reconocen que en el proceso de evaluación de competencias no existe una fórmula única, opinan que se puede delimitar algunas características básicas que son comunes a una adecuada evaluación basada en competencias:

1. *“Evaluación congruente”*. En la formación en competencias debe tenerse en cuenta el modelo de coherencia entre objetivos, metodología, actividades y evaluación. Cuando se diseña la evaluación, hay que valorar no sólo el contenido de la materia, sino también las destrezas y cualidades concretas que se deben mostrar.

2. *“Evaluación del desempeño o auténtica”*. Las competencias movilizan conocimientos, destrezas y cualidades frente a una tarea determinada. Lo que se evalúa no es una determinada competencia, sino su ejercicio por parte del estudiante. La evaluación debe estar dirigida a poner en práctica las competencias. Se diseña a partir del análisis y valoración del desempeño en tareas.

3. *“Evaluación criterial”*. Toda valoración de competencias tiene como requisito construir criterios con el fin de evaluar el grado de aprendizaje de los estudiantes. Cada criterio de evaluación es una descripción de la realización que expresa el tipo y grado de aprendizaje que se espera que los alumnos hayan alcanzado con respecto a las competencias expresadas como objetivos. A cada criterio se le asocian unos indicadores que determinan el grado de desarrollo de las competencias analizadas mediante una valoración por niveles.

4. *“Evaluación plural”*. Una buena evaluación debe apoyarse en una amplia y diversa gama de procedimientos y estrategias de evaluación. En una formación basada en competencias, son variadas las capacidades a desarrollar en el alumnado.

5. “*Evaluación continua y formativa*”. Proponer periódicamente actividades de carácter evaluable, que faciliten la asimilación y desarrollo progresivos de las competencias a alcanzar. La evaluación continua permite al profesor realizar un mayor seguimiento del progreso en el aprendizaje del estudiante, una valoración integral. Según las teorías constructivistas del conocimiento, aprendizaje significativo. Para que la evaluación cumpla sus funciones, es imprescindible llevar a cabo un seguimiento individualizado y una información de retorno, ello supondrá un elemento de estímulo para el aprendizaje de los alumnos.

6. “*Evaluación compartida*”. La evaluación de competencias debe ser integral, incorporando al estudiante como agente evaluador, supone determinar el grado de desempeño que el alumno logra en el proceso de aprendizaje.

Los autores formulan un conjunto de propuestas de mejora en la evaluación que posibilite el tránsito hacia una eficaz evaluación de competencias:

- “*Adecuar los recursos de la evaluación a los objetivos de aprendizaje*”
- “*Fijar las normas y criterios de evaluación desde el inicio del curso*”
- “*Realizar sistemáticamente la evaluación inicial o diagnóstica.*”
- “*Desarrollar una evaluación formativa y continua*”
- “*Emplear la evaluación como recurso metodológico*”
- “*Implementar evaluaciones auténticas (desempeño)*”
- “*Utilizar varias técnicas de evaluación en cada asignatura*”.
- “*Incorporar a los estudiantes en el proceso evaluador*”

Rediseño de asignaturas para su impartición en formato semipresencial o a distancia.

El profesor Jiménez¹⁹⁵ y otros pertenecientes a diferentes escuelas de la UPM exponen un conjunto de proyectos coordinados de innovación educativa cuyo objetivo principal es la generación y adaptación de materiales didácticos con el fin de implantar una docencia semipresencial o completamente a distancia, empleando objetos de aprendizaje facilitadores de la estructuración y secuenciación de contenidos y actividades, y proporcionan una guía al alumno en su estudio.

La metodología por la que el equipo ha optado para esta experiencia se basa en el uso de los denominados “*objetos de aprendizaje (OA)*”, para favorecer la estructuración y secuenciación de contenidos y actividades. Para elaborar estos OA deben respetarse ciertas normas:

- Para ser útiles tienen que ir asociados a objetivos muy concretos.
- No deben ser demasiado extensos.

¹⁹⁵ Jiménez, Felipe; Fernández, Consuelo; Pérez, Francisco; Leo, Teresa J; Navarro, Emilio; Arraiza, Paz; Barrera, Paula; Lozano, Carlos. Rediseño de asignaturas para su impartición en formato semipresencial o a distancia. Actas del XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Cádiz 2008.

- La tecnología utilizada en su desarrollo debe basarse en estándares.
- Deben incluir una guía de aprendizaje para el alumno: descripción de las actividades a realizar y cómo hacerlas.
- El procedimiento de evaluación formará parte del propio objeto de aprendizaje.

Los autores destacan como ventaja de este método el formato semipresencial, que permite una introducción progresiva a la impartición a distancia. La valoración de los resultados obtenidos permite una revisión y corrección de los problemas detectados, y la elaboración de nuevos OA para reducir progresivamente la presencialidad e ir convergiendo hacia la impartición semipresencial o a distancia.

En el caso del rediseño de la asignatura de Dibujo, se intenta hacerlo independiente de plataformas tipo MOODLE o Aulaweb. Se procede a realizar una web propia sobre geometría métrica, en la que se recogen las construcciones con su fundamento teórico, como figuras dinámicas en las que el alumno pueda ver los pasos de las construcciones.

Los autores llegan a la conclusión que el intercambio de experiencias entre asignaturas diversas pero unidas por el uso de OA, es enriquecedor, a pesar que la evaluación de su efectividad debe analizarse a largo plazo. Entre las asignaturas que ya han planteado la docencia semipresencial se extraen las siguientes conclusiones:

- los estudiantes valoran positivamente el apoyo de las TIC a la enseñanza presencial y consideran interesante que el profesor ofrezca a través de ellas OA, pero no cambiarían la enseñanza presencial por otra totalmente virtual.
- La metodología de los OA demuestra ser eficiente, permite avanzar a los alumnos con seguridad y seguir mejor su propio ritmo.
- La forma de impartición completamente online es más adecuada para asignaturas de contenido teórico y en las que se pueden emplear bastantes recursos gráficos.
- Es importante la guía de aprendizaje.
- Gran cantidad de trabajo por parte del profesor, que pueden amortizarse al utilizar en años sucesivos.
- Resulta difícil el trabajo en grupo en una asignatura online y con alumnos con ubicación física distinta.
- Hay que valorar correctamente el tiempo que requieren los alumnos para realizar las actividades encomendadas.

XVII CU. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. **Valencia 2009.**

Objetos de Aprendizaje aplicados a la asignatura de Gestión de los Procesos de Color.

Los profesores de la UPV Tortajada¹⁹⁶ y otros exponen que el uso de OA (objetos de aprendizaje) antes de la realización de las prácticas ayuda a los alumnos a conocer a priori los fundamentos teóricos en los que se basan. Se subrayan como sinónimos de OA los términos: reusable learning object, learning object, objeto de aprendizaje reutilizable, objeto de conocimiento reutilizable, capsula de conocimiento.

Los autores definen el modelo tradicional de docencia como aquel cuyas características son:

- Primacía de los contenidos.
- La metodología predominante es la lección magistral, implica pasividad por parte de los alumnos.
- El profesor es un experto en contenidos, un presentador y un transmisor de información.
- Solo planifica el profesor.
- El alumno solo utilizaba como fuente de información los apuntes de clase.
- Sistema de evaluación rígido y basado exclusivamente en exámenes recopilatorios de conocimientos.

Para destacar el fracaso de este modelo y la necesidad de encontrar uno nuevo se cita al profesor Camiña¹⁹⁷ *“Lo importante ya no es que el profesor enseñe, sino que los alumnos aprendan”*.

Al aplicar el modelo docente basado en OA, aparecen dos problemas: 1- No se puede aplicar a toda la programación, puesto que aparece un número demasiado elevado de OA. 2- Si toda la teoría se expone en OA, puede facilitar el absentismo, porque a los alumnos les puede ser más cómodo quedarse en casa. Por ello se decide hacer los OA sólo sobre las prácticas de laboratorio.

Se definen los objetivos más importantes de los OA:

¹⁹⁶ Tortajada, I; Brusola, F; Rubió, C. Objetos de aprendizaje aplicados a la asignatura de gestión de los procesos de color. Actas del XVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2009.

¹⁹⁷ Camiña, C. El PIE y el proceso de enseñanza-aprendizaje en la UPV. Libro jornadas sobre la docencia en la UPV. Ed. SPUPV, Valencia 1998.

- Adaptar temario y planificación temporal de manera individualizada, ofreciendo caminos de aprendizaje alternativos.
- Acceso inmediato, universal y sencillo a los OA.
- Utilización infinita de los OA, independientemente de la autoría.
- Aumentar la flexibilidad en el proceso de aprendizaje: los OA se integran en el proceso y se adaptan al ritmo de aprendizaje de los propios alumnos.
- Actualización continua de los OA, rediseñándolos y adaptándolos a las nuevas TIC.

Los profesores listan diferentes definiciones de OA de reconocida autoría:

año	autor	Definición
1997	L´Allier ¹⁹⁸	Compuesto por una unidad de instrucción que enseñe el objetivo y una unidad de evaluación que lo mida.
2000	Wiley ¹⁹⁹	Recurso digital que pueda ser reutilizado como soporte para el aprendizaje.
2002	IEEE	Cualquier entidad, digital o no, que pueda ser usada en aprendizaje, educación o entrenamiento apoyado en tecnología.
2003	Duval; Hodgins ²⁰⁰	Conjunto de objetos de información seleccionados y ensamblados alrededor de un objetivo.
2005	Morales y otros	Unidad mínima de aprendizaje con sentido pedagógico.
2008	ICE UPV	Unidad mínima de aprendizaje, presentada en 10-15 min., en formato digital que puede ser reutilizada y secuenciada.

Ilustración 39. Definiciones de OA.

Concluyendo que las características básicas de un OA son:

- Formato digital.
- Propósito pedagógico.
- Contenido interactivo.
- Indivisible e independiente.
- Reutilizable.

A criterio de los autores para construir un OA, hay que seguir 4 pasos:

1. Determinación de los objetivos. Pueden ser conceptuales, procedimentales y actitudinales.

¹⁹⁸ L´Allier, J.. Frame of Reference: NETg´s Map to the Products, Their Structure and Core Beliefs. NETG (1997). <http://www.netg.com/research/whitepapers/frameref.asp>

¹⁹⁹ Wiley, D. The Instructional Use of Learning Objets. Bloomington, IN: Agency for Instructional Technology, (2002).

²⁰⁰ Duval, E; Hodgins, W. A LOM Research Agenda, WWW2003 Conference, 20-24 May 2003, Budapest, Hungary. <http://www.cs.kuleuven.ac.be/~erikd/PRES/2003/www2003/www2003-paper.pdf>

2. Seleccionar los contenidos en función del tipo de objetivos. Se han de seguir cuatro fases: se decide el formato, se introduce el OA, se desarrolla conceptualmente, y se cierra repasando las ideas principales.
3. Ficha de metadatos, características que les identifiquen.
4. Evaluar el OA para conocer el grado de adecuación a lo planificado y a los mínimos exigibles de calidad.

Los autores concluyen que la introducción de los OA es positiva puesto que por un lado se ha reducido el tiempo de explicación en las prácticas de laboratorio, quedando más tiempo para que el estudiante experimente y realice la práctica; y por otro los alumnos conocen previamente la información e lo que harán en el laboratorio.

Utilización de la Plataforma ILIAS 3.0 en la Experiencia Piloto de Implantación del Espacio Europeo de Educación Superior a la docencia de la Expresión Gráfica.

Rojas Sola²⁰¹ expone el uso de la plataforma de enseñanza virtual ILIAS²⁰², como herramienta de la experiencia piloto de adaptación al EEES del futuro grado de ingeniería mecánica de la Universidad de Jaén, y se destaca que como todo sistema de e-learning proporciona instrumentos que facilitan el seguimiento y evaluación del aprendizaje. Se subrayan las ventajas de ILIAS: eliminación de las distancias espacio-temporales, centra el aprendizaje en el alumno, el alumno es propietario de su tiempo de trabajo, comunicación síncrona y asíncrona. Y sus inconvenientes: necesita de una formación previa, coste elevado de los equipos que soportan la plataforma, necesidad de personal técnico de apoyo, hipotéticos problemas con los derechos de autor, la seguridad y autenticación.

A criterio de este profesor, el uso de ILIAS para la asignatura de Expresión Gráfica, mientras no se incorporen herramientas de CAD, debe limitarse a un mero presentador del programa, objetivos y enunciados de ejercicios, “no se aconseja la utilización de módulos de evaluación, ya que lo que se persigue es que el alumno dibuje de forma tradicional y entregue la lámina de dibujo realizada para su corrección”.

²⁰¹ Rojas Sola, José Ignacio. Utilización de la Plataforma ILIAS 3.0 en la Experiencia Piloto de Implantación del Espacio Europeo de Educación Superior a la docencia de la Expresión Gráfica. Actas del XVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2009.

²⁰² http://www.ilias.de/docu/goto_docu_cat_581.html

Evaluación de competencias en Expresión Gráfica.

Rojas Sola²⁰³ y otros profesores del área EGI exponen en esta comunicación la mejora de la formación y evaluación de competencias en la asignatura de Expresión Gráfica, y la positiva implantación de la experiencia piloto de adaptación al EEES, destacando: 1- el incremento del número de aprobados y, 2- el grado de satisfacción del alumnado, debido al aprendizaje centrado en el mismo y por el desarrollo de nuevas competencias desconocidas para ellos.

Se empieza diferenciado entre Competencias Específicas, relacionadas directamente con los conocimientos técnicos y Competencias Transversales (genéricas), necesarias en un titulado pero no necesariamente relacionadas con los conocimientos técnicos, enumerando todas las definidas por M.J. García²⁰⁴. Se clasifica el decálogo de las competencias transversales adaptadas a la asignatura:

- Básicas Cognitivas: 1.- *Conocimientos básicos de la profesión*, 2.- *Capacidad de análisis y síntesis*, 3.- *Resolución de problemas*
- Básicas de motivaciones: 4.- *Preocupación por la calidad*
- De intervención Cognitivas: 5.- *Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica*, 6.- *Capacidad de crítica y autocrítica*
- De intervención sociales: 7.- *Trabajo en equipo*, 8.- *Liderazgo*
- Competencias específicas: 9.- *Desarrollo de habilidades de gestión de la información*, 10.- *Toma de decisiones*

Se exponen los objetivos de la asignatura:

- Desarrollar la concepción espacial y el razonamiento abstracto.
- Dominar los elementos del Dibujo Técnico.
- Dominar las normas y criterios de la normalización aplicada al Dibujo Técnico.
- Trabajar en grupo pudiendo compartir la información técnica
- Capacitar para representar piezas y conjuntos de aplicaciones en ingeniería.
- Capacitar para deducir y aplicar los principios del diseño industrial en los dibujos técnicos.

Y las técnicas docentes empleadas:

- Sesiones académicas teóricas
- Sesiones académicas prácticas
- Exposición y debate
- Tutorías individualizadas o colectivas

²⁰³ Rojas Sola, José Ignacio; Jordá Albiñana, Begoña; San Antonio Gómez, Carlos de; Manzano Agugliaro, Francisco. Evaluación de competencias en Expresión Gráfica. Actas del XVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2009.

²⁰⁴ García, M.J; Terrón, M.J; Blanco, Y. IV Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Diseño y evaluación de competencias en las ingenierías de Telecomunicación, Madrid 2007.

Exponiendo todo esto los autores llegan a la conclusión que *“el proceso de implementación de actividades, procedimientos e instrumentos para el desarrollo y evaluación de competencias transversales no es una tarea fácil, que requiere de un gran esfuerzo por parte del profesorado, con una gran dedicación y análisis, tanto para la mejora de la práctica docente como para la evolución positiva de la tasa de éxito de una asignatura”*.

XVIII CU. Innovación Educativa Enseñanzas Técnicas. **Santander 2010.**

Estrategias en la generación de contenidos para formación “Presencial – On-line”, aplicado al diseño asistido por ordenador.

En este artículo, Brigos²⁰⁵ y otros profesores del departamento EGE de la EUETIB destacan la necesidad de que los materiales disponibles para los alumnos se diseñen en función del porcentaje de disponibilidad presencial del profesor. En él se define el modelo “Presencial – On-line”, como un modo de impartición docente tal que *“durante el periodo de tiempo que dura una clase, los alumnos y el profesor están presentes y conectados a través de Internet (comunicación síncrona), sin compartir el mismo espacio físico”*. Se pretende:

1. ayudar a los alumnos que tienen problemas para seguir la asignatura por disponibilidad horaria.
2. la optimización de recursos, profesores y aulas.

Para los autores el término “máximo rendimiento académico” significa conseguir los mismos niveles de conocimiento adquiridos por los alumnos que en el modo presencial, a la vez que el número de alumnos por profesor pueda ser similar.

Para la realización de los ejercicios de clases se explica los nuevos materiales y procedimientos desarrollados:

- Enunciados de los ejercicios (ídem el modo presencial clásico).
- Vídeo realizado con Camtasia Studio, combinando imágenes de los movimientos necesarios para realizar el ejercicio de SolidWorks con gráficos y locuciones.
- Objeto solucionado, de forma que el alumno tiene la ventaja de continuar el ejercicio desde cualquier punto del mismo, sin resolver un aspecto anterior.

Los procedimientos para utilizar dichos materiales son:

1. El alumno visualiza el vídeo. Intenta realizar el ejercicio él solo antes de la sesión.
2. Se plantean las dudas durante el proceso.
3. Utilizando el fichero con la solución se posiciona en el punto inmediatamente posterior al paso que no entiende y continúa realizando

²⁰⁵ Brigos, Miguel; Torner, Jordi; Alpiste, Francesc; Fernández, Joaquín; García, Andrés; Farrerons, Oscar. Estrategias en la generación de contenidos para formación Presencial – On-line, aplicado al diseño asistido por ordenador. Actas del XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Santander 2010.

- el ejercicio. Debe anotar el paso que no ha sabido resolver para preguntarle al profesor.
4. Durante la sesión “Presencial On-line”, el profesor solicita los puntos donde los alumnos se han tenido problemas.
 5. Compartiendo su aplicación SolidWorks, el profesor muestra a toda la clase on-line como se resuelven estos puntos. Los alumnos interactúan en tiempo real con el profesor.
 6. El profesor toma el control del aplicativo SolidWorks en el ordenador del alumno para mostrar donde está el problema y solucionarlo.

Los profesores llegan a la conclusión que el método “Presencial On-line” es factible, puesto que el rendimiento obtenido es similar al método clásico, siempre que se pueda disponer de 5 sesiones presenciales: Una inicial explicando el método y las aplicaciones implicadas. Otra introductoria al ejercicio de Proyecto en Grupo, con una prueba práctica. Tres más para pruebas prácticas y la defensa pública del proyecto.

Se considera proponer, por un lado a la Dirección de la EUETIB que permita matriculaciones en este tipo de formación y, por otro al Departamento EGE que utilice este método para equilibrar la carga académica en todo el territorio de la UPC, permitiendo que profesores sin excesiva carga académica en una escuela, puedan llevar alumnos de escuelas sobrecargadas.

Aportaciones sobre la implantación del Plan Bolonia. Un giro copernicano para los alumnos.

Para los profesores de la ETSIN Pérez Rojas y otros²⁰⁶, la implantación del sistema académico basado en el plan Bolonia no sólo representa un reto para el profesorado sino también para el alumnado, acostumbrado a seguir la clase de forma pasiva, participando poco en ella y limitándose a estudiar los días previos al examen. Para estos autores se trata de la implantación del “*modelo anglosajón*” en donde “*el problema se sustituye por el ejercicio*” y el examen final por una serie de trabajos cotidianos donde el alumno demuestra que sabe aplicar los conocimientos aprendidos, modelo que los alumnos no acaban de asumir.

Los profesores exponen el material que está disponible in internet para los alumnos en la asignatura que imparten:

²⁰⁶ Pérez Rojas, Luis; González Gutiérrez, Leo Miguel; Zamora Rodríguez, Ricardo; Sánchez Sánchez, Juan Miguel. Aportaciones sobre la implantación del Plan Bolonia. Un giro copernicano para los alumnos. Actas del XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Santander 2010.

- Apuntes de los contenidos actualizados
- Listado de conocimientos mínimos estructurados por capítulos
- Presentaciones en "Power Point" de clases
- Listado de exámenes corregidos
- Listado de problemas tipo.
- Guiones de prácticas de laboratorio.

Y su forma de evaluación del curso: examen previo sobre conocimientos mínimos, que debe aprobarse independientemente de la parte de prácticas de laboratorio, a superar a través de unos cuestionarios durante la realización de la práctica y de unos informes sobre los trabajos realizados. Existe una prueba intermedia liberatoria de contenidos para las convocatorias posteriores a partir de una nota igual o mayor a 6. El porcentaje de aprobados esta ligeramente por debajo del 50%, con una asistencia a clase del orden del 50%.

En este contexto, presentan un esbozo de evaluación continua voluntaria para potenciar la asistencia a clase y el seguimiento de la asignatura, basados en las siguientes normas de obligado cumplimiento para los alumnos acogidos a este sistema:

1. Estar matriculado por primera vez.
2. Apuntarse al esquema de forma voluntaria
3. Comprometerse a la asistencia a las clases en su grupo de forma continuada. Se llevan a lo largo del curso una serie de controles de asistencia.
4. Realizar todos los ejercicios propuestos y contestar adecuadamente más del 50%.
5. Remitir un control horario de las horas dedicadas al seguimiento de la asignatura

Los alumnos inicialmente apuntados a este esquema fueron el 54% del total de matriculados, de los que se dieron de baja el 25% de los voluntarios. Diversos alumnos no alcanzaron el nivel exigido en los ejercicios programados, ni en la asistencia exigida, de forma que los autores cuantifican los que siguieron la evaluación continua en solo un 26% de los matriculados y el 49% de los apuntados al inicio. Se presentan los resultados académicos de este 26%, superior a los que no siguieron el esquema, pudiendo afirmar que *"ello corrobora en cierta medida la correlación del seguimiento de la evaluación continua con el aprobado"*.

De su experiencia docente los profesores llegan a las siguientes conclusiones:

- la mayoría de los alumnos no están preparados para seguir de forma continua la asignatura.

- Un porcentaje de alumnos elevado no acude regularmente a clase ni se presenta a los exámenes
- El sistema actual no facilita la planificación por parte del alumno. Se propone soluciones con la figura de “tutores” o gravando académicamente las asignaturas suspendidas.
- El alumno prioriza el aprender al aprobar.

Bolonia año cero: la renovación metodológica. Propuestas y ejemplo de aplicación

Para Camiña y Ballester²⁰⁷, profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV, la adaptación de la universidad española al marco de Bolonia va a suponer un importante cambio en el esquema universitario, en la estructura de los estudios, en el modelo docente, y las técnicas de evaluación. Esto supone una necesaria renovación de las metodologías Enseñanza-Aprendizaje, pero esta reforma no puede quedar en una simple sustitución del método empleado, de la lección magistral a la técnica del caso o al PBL... Frente a la tendencia a presentar las metodologías innovadoras como únicas y excluyentes, estos profesores afirman que no existe un método ideal, si no que “la mejor metodología reside en la variedad de metodologías”. Para Camiña y Ballester, la aplicación simultánea de diversas metodologías en una misma asignatura “es la única receta que permite garantizar la correcta utilización de metodologías activas”. Se destaca como ventaja que la aplicación de este principio facilita una transición entre la docencia tradicional y la centrada en el aprendizaje del alumnado.

Las limitaciones propias de cada método y la existencia de tres tipos de contenidos claramente diferenciados a criterio de los autores (conceptos, actitudes y procedimientos), exigen la utilización simultánea de una notable variedad de estrategias didácticas, de modo que coexista la aplicación de múltiples metodologías en el aula para la misma materia, el mismo grupo de alumnos y durante el mismo curso académico. La implementación de esta variedad metodológica debe ser progresiva y condicionada al curso de impartición, tamaño del grupo de alumnos y grado de especialización de la materia. Para ello, estos profesores proponen los siguientes consejos:

- No empezar la parte experimental desde cero. Recurrir a experiencias ya elaboradas a fin de que la disponibilidad temporal sea suficiente.

²⁰⁷ Camiña, Carlos; Ballester, Enrique. Bolonia año cero: la renovación metodológica. Propuestas y ejemplo de aplicación. Actas del XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Santander 2010.

- Rehuir el enfoque puntual. Carácter global para los problemas reales.
- Evitar la exclusividad en una materia, los problemas reales suelen ser interdisciplinarios.
- Disponer de información ajena a la asignatura o que no va a ser desarrollada en el programa de la misma.

DOCENCIA UNIVERSITARIA e INNOVACIÓN

Los Institutos de Ciencias de la Educación (ICE) de varias universidades públicas de Catalunya (Barcelona, Autónoma de Barcelona, Politécnica de Cataluña, Rovira i Virgili de Tarragona, Lleida, Girona) son los organizadores de las hasta ahora 8 ediciones del Congreso Internacional Docencia Universitaria Innovación (CIDUI).

Debido a la heterogeneidad de los estudiantes que ingresan en la universidad, dada la transformación de una Universidad de élite a una masificada, y a cambios sustanciales de los perfiles de los estudiantes, en el año 2000, nace el primer CIDUI, a partir del cual se plantean la necesidad de desarrollar habilidades acordes a las demandas económicas y productivas de la sociedad e introducir cambios cualitativos en los procesos de aprendizaje: nuevos modelos de adquisición de conocimientos y nuevas aplicaciones de la tecnología. *“La Universidad debe seguir adaptándose y generar cambios significativos e inaplazables en su actividad docente, ya que de momento perviven modelos de aprendizaje centrados en los contenidos y una concepción tradicional de la enseñanza”*²⁰⁸. Se plantea la importancia de generación y transmisión de conocimientos, como la búsqueda y experimentación de nuevas propuestas formativas. Los objetivos genéricos declarados por el CIDUI son:

- Fomentar el intercambio de experiencias docentes
- Contribuir a la mejora de la actividad docente en las universidades
- Favorecer la cooperación entre universidades en temas de calidad docente

A ellos hay que añadir los objetivos específicos de cada edición sintetizados bajo un lema particular.



Ilustración 40. CIDUI

Los CIDUI van dirigidos a todas aquellas personas (profesorado, profesionales técnicos y de la gestión) del ámbito universitario, europeo y latinoamericano, sensibilizados o involucrados con la mejora de la calidad docente y su innovación.

²⁰⁸ Escrito presentación I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2000.

I CI. Docencia Universitaria Innovación. Barcelona 2000.

¿Pueden las innovaciones tecnológicas mejorar la docencia universitaria?

Para Sangrà²⁰⁹ (director en 2000 del Laboratorio de Innovación Educativa de la UOC) las innovaciones tecnológicas están provocando un cambio de roles tanto del docente como del estudiante y *“potencian la utilización de recursos y estrategias innovadoras que añaden valor al proceso de enseñanza-aprendizaje; el trabajo cooperativo, la resolución de problemas, las estrategias de comunicación, la experimentación, el aprendizaje significativo y la gestión del conocimiento son algunos de los elementos que debe tener en cuenta la innovación docente universitaria.”*

Según el EduLab, para que ese nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje aporte un valor añadido a la docencia, más que potenciar el punto de vista de innovación tecnológica, hay que utilizar esa tecnología para conseguir los objetivos de una forma mucho más eficaz. Para estos autores, si se utiliza la tecnología, las acciones de aprendizaje del estudiante y la posibilidad de utilizar nuevas estrategias docentes se amplían, pero sólo quedarán justificadas aquellas acciones que respondan a un objetivo pedagógico. La tecnología aporta innovación en la docencia universitaria tradicional solo cuando existe un proyecto docente válido.

Para la innovación docente de calidad es necesario integrar tres ámbitos que tradicionalmente han trabajado de forma separada:

- Innovación
- Formación
- Investigación

“Sólo las instituciones que dispongan de un plan estratégico que tenga en cuenta estos tres ejes avanzarán eficazmente en el ámbito del uso de las tecnologías en la docencia”. Utilizar nuevas estrategias y herramientas puede significar que los objetivos y contenidos docentes cambien. No se trata de añadir algunas estrategias a la docencia tradicional sino que implica cambiar la cultura docente en uso.

El uso de la tecnología resulta útil para: 1- la potenciación del trabajo cooperativo, 2- que el proceso de aprendizaje sea mucho más rico en fuentes.

La garantía de calidad de una universidad del siglo XXI será valorada en la medida en que sea capaz de gestionar el conocimiento, que ya no solo está en la universidad, y:

²⁰⁹ Sangrà, Albert; Guàrdia, Lourdes; Bellot, Andreu. ¿Pueden las innovaciones tecnológicas mejorar la docencia universitaria? Actas del I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2000.

- desarrollar investigaciones con repercusiones relevantes en el entorno inmediato
- facilitar la difusión del conocimiento
- promover el desarrollo de actitudes socialmente necesarias
- minimizar las repercusiones de la difusión de conocimientos sesgados

Experiencia docente en el rediseño de la asignatura de economía española, incluida en los estudios de ingeniería en organización industrial.

El profesor Lapaz²¹⁰ expone la adaptación de una asignatura concreta de la ETSEIAT, toda vez que propone afrontar un método teórico para la adaptación de una asignatura tipo mediante una actuación en dos frentes diferentes: 1- la manera en la que la materia debe ser impartida por el profesor, y 2- la forma como el alumnado ha de implicarse en el proceso docente.

Como conclusión final se destaca que ha sido posible enriquecer las tradicionales clases teóricas, y el proceso de evaluación de la asignatura, gracias a la combinación de las tradicionales clases magistrales, con las exposiciones de cada uno de los trabajos elaborados.

Se destacan ventajas para los docentes:

- Sistematización y ordenación del material docente
- Innovación en metodología y herramientas.
- Cesión de parte del protagonismo al alumnado.
- Actualización constante de la asignatura.
- Tutorización no presencial

Y para los alumnos:

- complementación y contraste de apuntes propios con los expuestos en la red.
- Corresponsabilización y participación activa en el proceso docente.
- Posibilidad de autoevaluarse.
- optimización del tiempo.
- Posibilidad de no presencialidad.
- Fomento del trabajo en equipo.

²¹⁰ Lapaz Castillo, José Luis. Experiencia docente en el rediseño de la asignatura de economía española, incluida en los estudios de ingeniería en organización industrial. Actas del I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2000.

II Cl. Docencia Universitaria Innovación. Tarragona 2002.

Un Segon Cicle semipresencial en l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Terrassa (UPC). Experiència de la seva implementació. Curs 2000/01 i 2001/02.

Los profesores Griful y Gibert²¹¹ en calidad, respectivamente, de subdirectora de innovación académica y director de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Terrassa (ETSEIT) de la UPC, presentan en 2002 la experiencia de la implementación de estudios semipresenciales en un segundo ciclo universitario. Exponen que el cambio del modelo propuesto (de presencial al semipresencial) no tenía mas motivación que la mejora de la calidad docente, basándolo en un uso intensivo de les TIC. El acceso a los estudios en semipresencialidad ha priorizado a los alumnos según expediente académico y situación laboral.

Los autores destacan que la implementación de la semipresencialidad a todo un segundo ciclo universitario, no significa la misma carga de presencialidad en cada una de las asignaturas, sino que el conjunto de los créditos del ciclo superan en un 50% la no presencialidad.

Para los autores, uno de los éxitos de la experiencia radica en la asignatura previa "*Introducción a las enseñanzas semipresenciales*", que permite a los estudiantes sacar el máximo provecho de las herramientas dispuestas para su aprendizaje, en base a cinco partes didácticas: 1-retos de los ingenieros, 2- como buscar información on-line, 3- introducción a los campus digitales, 4- técnicas de estudio on-line, 5- como estudiar en grupo on-line.

Según los autores, este tipo de enseñanza requiere de un material académico específico, basado en el *texto básico* de la asignatura y el *plan de trabajo*. Este material tiene que estar elaborado por profesores con experiencia profesional y docente en la materia. Para ello es condición imprescindible contar con el apoyo técnico y económico de la universidad. En estos estudios la ETSEIT ha optado por el seguimiento de la asignatura mediante evaluación continuada.

El éxito de la titulación radica en: por un lado, el bajo índice de abandono de los estudios, similar a los impartidos en modalidad presencial, permitiendo el aprendizaje a estudiantes, que debido a su situación laboral, no podrían cursar dichos estudios. Ello es así, según los autores, gracias a la motivación semanal del campus virtual, con un seguimiento continuo de trabajos. Por otro lado, las encuestas de los alumnos, califican como una buena experiencia la enseñanza semipresencial.

²¹¹ Griful i Ponsati, Eulàlia; Gibert i Pedrosa, Jaume. Un Segon Cicle semipresencial en l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Terrassa (UPC). Experiència de la seva implementació. Curs 2000/01 i 2001/02. Actas del II Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Tarragona 2002.

Una experiencia de enseñanza no presencial y entorno multimedia en la UPC.

El profesor Carrera²¹², de la cátedra Unesco de la UPC, expone la experiencia llevada a cabo en la UPC, para la impartición de una asignatura no presencial basada en un entorno multimedia.

El sistema de producción multimedia de la plataforma GIM se basa en un trabajo modular, donde los autores aportan material siguiendo unos modelos de contenidos con relación directa con los modelos de programación.

La organización docente está basada íntegramente en comunicaciones telemáticas, de forma que permite tanto a profesores como a alumnos seguir la asignatura a pesar de estar en otros países.

El autor destaca que este tipo de asignaturas requieren de ingentes cantidades de trabajo. Ha sido necesario un gran esfuerzo y dedicación para el diseño y guionaje de los contenidos en soporte multimedia, unas 3000 horas de trabajo, aproximadamente repartidos en dos terceras partes para la generación del contenido y una tercera parte para la producción multimedia. La dedicación del profesorado ha sido de 2 a 3,5 horas por alumno matriculado. Este esfuerzo solo se puede rentabilizar si la asignatura es seguida por un número mínimo de estudiantes.

Como aspecto positivo se resalta la muy baja tasa de abandono (2-6%), junto con los buenos resultados académicos (95-100% aprobados).

²¹² Carrera, Enric; Alpiste, Francesc; Massana, Eulalia; Fernández, Joaquín; Monguet, Josep M^a. Una experiencia de enseñanza no presencial y entorno multimedia en la UPC Actas del II Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Tarragona 2002.

III C.I. Docencia Universitaria Innovación. Girona 2004.

Resultados de una experiencia de aprendizaje virtual en alumnos universitarios.

La profesora Cruz²¹³ explica el Plan de Desarrollo de Competencias que la Universidad Europea de Madrid (UEM) puso en marcha en 2003, que se marcaba como objetivo prioritario la formación complementaria a los alumnos en determinadas competencias profesionales explícitamente demandadas por las empresas.

El siguiente objetivo fue ofrecer a los alumnos la posibilidad de realizar la formación complementaria en competencias a través de un nuevo entorno el aprendizaje virtual, proporcionando al alumno la posibilidad de intervenir en su propio proceso de aprendizaje como un elemento de mejora docente: *“Creemos que si el estudiante tiene ocasión de intervenir en este proceso, como que sucede en entornos virtuales, su compromiso es mayor y el aprendizaje resulta más significativo.”*

Llevado a cabo la experiencia en 600 alumnos de programas formativos, y cuestionados éstos sobre dicho entorno de aprendizaje virtual, como conclusión se destaca que los alumnos:

- valoran positivamente el entorno virtual de aprendizaje
- no parecen tener ningún problema de adaptación al nuevo método de estudio
- consideran la formación virtual con apoyo de sesiones presenciales, de gran utilidad para el desempeño académico y profesional.

Es por ello que *“nos permitimos la licencia de apostar por un gran desarrollo de la formación académica a través de entornos virtuales de aprendizaje. Esta es una de las apuestas más importantes de nuestra organización y es congruente con el intento de conversión actual, de los programas docentes universitarios para la convergencia europea”* como apuesta de futuro en la UEM.

²¹³ Cruz, A.; Blanco, A.; Escalante, M.; Rivas, A. Resultados de una experiencia de aprendizaje virtual en alumnos universitarios. Actas del III Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Girona 2006.

Metodología docente en la asignatura “Gestión de Sistemas Avanzados de Fabricación”. Utilización de metodologías activas de aprendizaje.

El profesor Capó²¹⁴ expone la metodología basada en el aprendizaje activo por parte de los alumnos de los contenidos de una asignatura de la “Escola Politècnica Superior d’Alcoi”, donde se exige la participación de los alumnos:

- aportando material para cada uno de los temas tratados
- opinando en debates en clase
- realizando actividades prácticas complementarias
- preparando un trabajo de investigación teórico
- visitando empresas industriales con problemáticas relacionadas con el temario

El objetivo de esta metodología de aprendizaje activo es doble: por un lado romper con el modelo de clase magistral, y por otro, darle un enfoque práctico a la asignatura.

La asignatura se valora en dos grandes líneas: por una parte una evaluación continua realizada de forma individual (asistencia y participación diversa en clase) y por otra un trabajo de investigación en grupos reducidos.

Las conclusiones a las que se llega son que *“con esta metodología se ha conseguido lograr una alta implicación de los alumnos, así como un elevado nivel de satisfacción con la misma”*. La participación activa de los alumnos favorece el aumento de los resultados académicos.

²¹⁴ Capó Vicedo, Josep; Expósito Langa, Manuel. Tomás Miquel, José. Metodología docente en la asignatura “Gestión de Sistemas Avanzados de Fabricación”. Utilización de metodologías activas de aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Girona 2006.

IV CI. Docencia Universitaria Innovación. Barcelona 2006.

“La competencia docente”

Adaptación al EEES de una asignatura teórico-práctica: competencias, metodología docente y sistema de evaluación.

El profesor Hernández²¹⁵ de la UPV/EHU, analiza las herramientas metodológicas utilizadas para adaptar una asignatura de su departamento al EEES, escoger las competencias pertinentes, como trabajar dichas competencias, los criterios utilizados para evaluar cada una de ellas, y el sistema de evaluación empleado. Las tareas propuestas al alumnado han sido diversas para evitar un efecto cansancio:

- Resolución cuestionarios de preguntas abiertas
- Resolución cuestionarios de profundización
- Elaboración de mapas conceptuales
- Elaboración de crucigramas de conceptos
- Resolución de problemas básicos
- Resolución de problemas de conjunto
- Elaboración de miniproyectos
- Prácticas de laboratorio
- Presentaciones públicas
- Análisis comparativo entre casos

Se destaca unos resultados académicos muy positivos, con un 85% de asistencia y un rendimiento académico del 71%, superior a los resultados de la asignatura pre-EEES. La satisfacción de los estudiantes también es elevada respecto a la utilización de este sistema de trabajo, destacando que la evaluación continua les suponía mayor energía, pero en beneficio de un mayor y mejor aprendizaje.

Hernández afirma que el esfuerzo que conlleva al profesorado la adaptación de las asignaturas al EEES es superior a la tradicional clase magistral, dado el mayor trabajo en la preparación de material adecuado a clases activas. La corrección del trabajo del alumnado también ha supuesto una gran cantidad de tiempo, dado el elevado número de tareas por competencia y alumno. Se incide en que para llevar a cabo un seguimiento y apoyo continuo al alumnado es necesario que su número sea reducido. En el caso de su experiencia se trata de clases de 28 alumnos *“y ya ha supuesto un esfuerzo grande para el profesor”*. Es necesario adecuar las infraestructuras, el mobiliario y el equipamiento informático y audiovisual, a las nuevas necesidades de estas metodologías docentes.

²¹⁵ Hernández Vázquez, Jesús M^a; Fernandes Rodrigues, M^a Helena. Adaptación al EEES de una asignatura teórico-práctica: competencias, metodología docente y sistema de evaluación. Actas del IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2006.

Entorno virtual de aprendizaje Web de soporte a la asignatura de Oficina Técnica (Proyectos de Ingeniería).

El profesor Alpiste²¹⁶ explica los objetivos al crear un nuevo entorno virtual de aprendizaje en la asignatura de Oficina Técnica:

- Introducir la asignatura en un entorno de trabajo basado en nuevas tecnologías.
- Potenciar la planificación del trabajo de forma no presencial.
- Facilitar herramientas para el intercambio y la gestión de documentos.
- Fomentar el uso de las nuevas técnicas de integración ofimática y multimedia.

El desarrollo del entorno se ha llevado a cabo a partir del LAM, que centra su actividad en la producción de contenidos multimedia y en la gestión de comunidades virtuales. Los espacios en los que se organiza un entorno virtual de aprendizaje a través de las herramientas de base del LAM son: Portal de información, Zona de estudios, Aula virtual, Lincoteca.

Para los autores la formación se puede favorecer tomando en consideración criterios de diseño como:

- *“Proponer la resolución de problemas reales a los estudiantes*
- *Partir de los conocimientos previos para activar nuevos conocimientos*
- *Demostrar los nuevos conocimientos a los estudiantes*
- *Proponer a los estudiantes la aplicación de los nuevos conocimientos*
- *Integrar los nuevos conocimientos en el entorno del estudiante”*

Los autores concluyen *“que la utilización de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) en modalidad semipresencial se está perfilando como una estrategia de grandes posibilidades en la incorporación de las TIC en la formación en general y en los estudios técnicos en particular”*. Las herramientas que incorporan estos EVA permiten favorecer una metodología de aprendizaje basada en proyectos, en trabajo en grupo y en el asesoramiento personalizado.

²¹⁶ Alpiste Penalba, Francesc; Brigos Hermida, Miguel; Fernández Sánchez, Joaquín. Entorno virtual de aprendizaje Web de soporte a la asignatura de Oficina Técnica (Proyectos de Ingeniería). Actas del IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2006.

V C.I. Docencia Universitaria Innovación. Lleida 2008.

“El cambio en la cultura docente universitaria”

El profesorado universitario ante las propuestas de cambio. Cuatro equipos docentes del campus de Gipuzkoa ante los retos del EEES.

Gil Molina y otros²¹⁷ profesores de la Universidad del País Vasco parten de la premisa que la convergencia de los sistemas universitarios en el EEES incidirá positivamente en las metodologías didácticas. Para ello organizaron diez propuestas de orden metodológico basadas en el EEES y las expusieron a cuatro equipos docentes de otros tantos centros de la UPV/EHU para su valoración.

Estas propuestas están englobadas en tres grandes grupos: propuestas dedicadas a la 1-Redefinición del objeto de la enseñanza, 2- Redefinición del formato de la enseñanza y 3- Articulación del curriculum. Las primeras se definen como: 1-1 Saber y saber hacer. Contenidos procedimentales; 1-2 Requerimientos de las tareas. Mayor exigencia; 1-3 Trabajo autónomo. Aprender a aprender, 1-4 Más prácticas. Simulaciones, casos, experiencias...). Las segundas como: 2-1 Redimensionamiento del tiempo de sesiones expositivas; 2-2 Atención tutorial y personalizada. Pequeños grupos, 2-3 Semipresencialidad, entornos virtuales, soportes TIC, y 2-4 Evaluación ligada al proceso de aprendizaje. Y las terceras como 3-1 Coordinación del profesorado; 3-2 Planteamientos integradores. Interdisciplinariedad.

La respuesta general fue positiva en cuanto a propuestas planteadas como “posibilidad” de mejora, identificando diferentes “limitaciones” de orden organizativo y estructural; los equipos de profesores manifestaron creer necesario un “asesoramiento y coordinación” de los equipos docentes. Como conclusión final destacan que la dedicación se “intensificara y revalorizará”

²¹⁷ Gil Molina, Pilar. Elizalde Alcayaga, Luis Mari. Amiama Ibarburen, José Francisco. Bernarás Iturrioz, Elena. Garaizar Arenaza, José Miguel. Monzón González, Francisco Javier. El profesorado universitario ante las propuestas de cambio. Cuatro equipos docentes del campus de Gipuzkoa ante los retos del EEES. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

Diseño y planificación de materias en el EEES: una experiencia de formación del profesorado de la Universidad Europea de Madrid.

Para el profesor Valderrama²¹⁸, de la Universidad Europea de Madrid, es necesario actualizar y “profesionalizar” la formación del profesorado para adecuarse a los nuevos planteamientos del EEES. Por ello la UEM implementó un Plan de Formación Docente que tuviera en cuenta estas nuevas claves “*generando un programa donde adquirieran protagonismo la actualización docente, la innovación educativa y el desarrollo de competencias profesionales del profesorado*”. Las competencias docentes que se pretendían adquirir con dicho Plan son:

- Diseñar y planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje
- Seleccionar y presentar adecuadamente contenidos disciplinares
- Ofrecer informaciones y explicaciones comprensibles
- Manejar didácticamente las TIC
- Gestionar los métodos didácticos y estrategias de aprendizaje
- Relacionarse constructivamente con los alumnos
- Tutelar eficazmente a los alumnos
- Evaluar los aprendizajes y los procesos para adquirirlos
- Reflexionar e investigar sobre la enseñanza

Los autores destacan que los muchos de los profesores que participaron en el Plan de Formación Docente nunca habían recibido una clase impartida con metodologías activas, y que ello les ayudó a entender su potencial para el aprendizaje. Los participantes aprendieron a diseñar sus materias por objetivos de desarrollo de competencias y a valorar el proceso como una forma efectiva y rigurosa de fijar objetivos de aprendizaje. Las conclusiones finales fueron muy positivas, al haber llevado a cabo la formación con las mismas acciones formativas que se pedía que incluyeran los profesores en sus planes adecuados al EEES.

Metodología y organización del tiempo de aprendizaje en el crédito ECTS.

Los profesores de la Universitat Pompeu Fabra, Castellà y Viñas²¹⁹ demuestran que el número de horas de dedicación por parte de los estudiantes es inferior al fijado oficialmente en el crédito ECTS, que este fenómeno se repite en todas las asignaturas de forma significativa, y que es independiente tanto si los estudiantes obtienen buenos resultados académicos como si no. Ello es así debido a que el aprendizaje continúa basándose en una metodología tradicional, impartiendo clases magistrales centradas en los contenidos y asumiendo los profesores los roles tradicionales del docente como transmisor del saber.

²¹⁸ Valderrama, Fernando. Icarán, Eva. Castaño, Enrique. Diseño y planificación de materias en el EEES: una experiencia de formación del profesorado de la Universidad Europea de Madrid. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

²¹⁹ Castellà, Josep M; Viñas, Judit. Metodología y organización del tiempo de aprendizaje en el crédito ECTS. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

El escenario del EEES afecta de forma cualitativa a la forma de enseñar y aprender, pero estos profesores analizan el cambio cuantitativo en el tiempo total que corresponde a una asignatura para ser impartida por el docente y asimilada por el estudiante. La introducción de un nuevo sistema de créditos únicos para todo el EEES, los ECTS, repercute en el cómputo de las horas de cada asignatura, que pasan a calcularse desde el punto de vista del estudiante, incluyendo tanto el trabajo dentro del aula como el de fuera.

Castellà destaca que *“el estudiante se siente poco capaz de elaborar contenidos fuera del espacio académico y sin la supervisión directa del docente. El estudiante busca el modelo clásico de profesor = transmisor activo y alumno = oyente pasivo, y tiene poca preparación y hábito para un estilo diferente.”* El estudio demuestra que tanto profesores como estudiantes prefieren las clases magistrales, quizá porque el estudiante no está acostumbrado a participar en dinámicas de seminario ni a establecer diálogo en clase, se siente inseguro y tiene miedo a equivocarse.

Los autores concluyen el estudio con un listado de sugerencias de mejora:

- Reflexionar sobre la formación por competencias, y sobre el papel de las metodologías activas en el nuevo marco del EEES
- Compartir entre el profesorado las experiencias del proceso de adaptación de las titulaciones al EEES
- Planificar y diseñar los planes docentes por actividades
- Coordinar los trabajos (y sus cargas horarias) entre asignaturas
- Redefinir las estrategias pedagógicas utilizadas

Hacia una nueva realidad docente: adaptación al EEES de la titulación de ingeniería técnica industrial, especialidad electrónica industrial, en la Escuela Universitaria Politécnica de Valladolid.

El profesor Herrero de Lucas y otros²²⁰ de la Escuela Universitaria Politécnica de Valladolid destacan las ventajas que conlleva la coordinación entre los profesores que imparten docencia en una misma Titulación Universitaria, tanto respecto a los contenidos, como respecto a las diferentes metodologías docentes utilizadas, procurando que las Competencias Genéricas que deben adquirir los estudiantes estén repartidas de una forma racional y equilibrada a lo largo de sus estudios. El Grupo de Innovación Docente especialidad Electrónica Industrial de la Universidad de Valladolid (GIDEN), pretende una coordinación horizontal y vertical, analizar las diferentes Metodologías Docentes, los Métodos de Evaluación y su peso en la calificación y las Competencias Genéricas.

²²⁰ Herrero de Lucas, Luis Carlos; González González, M^a Luisa; Acebes Arconada, Luis Felipe; Fernando Velázquez, M^a Luisa; Martín Bravo, M^a Ángeles; Mozo Ruiz, Ismael; Pardo Seco, Fernando; Quintano Pastor, Carmen. Hacia una nueva realidad docente: adaptación al EEES de la titulación de ingeniería técnica industrial, especialidad electrónica industrial, en la Escuela Universitaria Politécnica de Valladolid. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

A partir de esta coordinación el GIDEN procura: iniciar el proceso de elaboración del nuevo Plan de Estudios; mejorar la formulación y la evaluación de las Competencias Específicas de las asignaturas; desarrollar estrategias para implementar itinerarios competenciales; mejorar la adquisición de Competencias Genéricas.

Como resultado de esta coordinación los autores destacan que se ha mejorado la distribución de la carga académica de los estudiantes, se ha creado una cultura de coordinación docente entre responsables de asignaturas, y que esta coordinación puede dar lugar a la realización de actividades conjuntas entre asignaturas.

La figura del profesor tutor universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior: la tutorización en estudiantes de pedagogía.

Para los profesores García y Troyano²²¹ hay que reforzar la figura del tutor del alumnado universitario, y para ello esgrimen 4 razones a favor de la tutoría:

- ayuda a resolver las dificultades que plantea la heterogeneidad del alumnado
- facilita la orientación curricular ligada a las salidas profesionales (garantiza la transparencia y la comparabilidad exigidas por el Espacio Europeo de Educación Superior)
- contribuye a atender a los estudiantes que tienen dificultad para lograr un seguimiento regular de los estudios
- mejora la imagen pública y la proyección externa de la Universidad, ofrece opiniones que facilitan el aprendizaje a lo largo de la vida.

Asumir los retos del EEES respecto a la acción tutorial requiere la adquisición por parte del profesorado de una serie de competencias que estarán relacionadas con cada una de las cuatro tipos diferentes de tutorías que se puede llevar a cabo. Existe la tutoría como “*componente de la función de todo docente*”, que es implícita en el hecho docente; la tutoría como supervisora del trabajo de los estudiantes, independiente de la propia enseñanza; los tutores de la enseñanza a distancia, que no son profesores; y los tutores de prácticas, como trabajadores de una empresa que acoge a los estudiantes en prácticas.

Los autores creen necesario que el profesorado-tutor adaptado al nuevo EEES posea las siguientes características: “*1-Una clara preocupación por innovación docente. 2- Firme compromiso para asumir la función tutorial. 3- Disposición de unas ciertas habilidades sociales y de comunicación. 4- Dedicación al alumnado y a su preparación como tutor. 5- Asunción sincera y comprensiva de*

²²¹ García González, Alfonso J., Troyano Rodríguez, Yolanda. La figura del profesor tutor universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior: la tutorización en estudiantes de pedagogía. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

los problemas de los estudiantes. 6- Actitud crítica y constructiva en su relación con el alumnado y con la institución. 7- Predisposición para trabajar en equipo con el resto de tutores. 8- Cualidades de liderazgo democrático.”

Implicación de la Facultad de Educación y Psicología en la mejora de la docencia y la reforma de los planes de estudios.

Las profesoras Pallisera y Carretero²²² exponen las cuatro acciones llevadas cabo en la Universidad de Girona para adaptar el modelo de enseñanza y aprendizaje a los planteamientos del EEES:

- Implementación de planes de acción tutorial.
- revisión y mejora del prácticum como escenario de reflexión y mejora continua de las competencias profesionales.
- implementación de un plan de formación. Aportar a los profesores la información y formación suficiente para iniciar procesos innovadores en la docencia.
- creación de comisiones de trabajo para llevar a cabo la revisión y adaptación de las diferentes titulaciones de grado.

Para estas profesoras el EEES supone dos tipos de cambios: de orden “formal”, generalmente resueltos con medidas como la formación de los profesores; y de orden “fundamental” que modifican los procedimientos, las normas y las reglas.

Los objetivos de la acción tutorial han sido: *“favorecer la integración de los estudiantes de nuevo ingreso; Establecer un sistema de comunicación estable entre estudiantes y profesorado; Identificar problemas que se presentan y analizar las soluciones; Dar respuestas y resolver las demandas planteadas; Orientar en el desarrollo de estrategias de aprendizaje y técnicas de estudio; Desarrollar la capacidad de reflexión, diálogo y autonomía; Dar apoyo y orientar el estudiante en su proceso de formación integral; Velar por la coordinación del profesorado y de las diferentes asignaturas que se imparten; Velar por la calidad docente de la titulación; Fomentar la cohesión de los estudiantes y su capacidad de reflexión y formular propuestas por parte del conjunto del alumnado; Ayudar a situar las asignaturas y las materias que se imparten en el proceso de formación; Potenciar un espacio de aprendizaje de competencias básicas de carácter transversal.”*

El plan de formación ha consistido en: 1- Asistencia a Jornadas sobre diferentes experiencias innovadoras en docencia. 2- Cursos de formación sobre metodologías docentes. 3- Visita a universidades con innovaciones educativas y curriculares de éxito. 4- Supervisión de la práctica tutorial de los profesores. 5- Difusión de documentos, normativa, experiencias, 6- Asistencia a congresos relacionados con la docencia y la integración al EEES.

²²² Pallisera Díaz, María; Carretero Torres, Reyes. Implicación de la Facultad de Educación y Psicología en la mejora de la docencia y la reforma de los planes de estudios. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

Sistema b-learning para la enseñanza aprendizaje de expresión gráfica.

El *blended learning* es un método de aprendizaje que combina la enseñanza presencial con la enseñanza no presencial utilizando las TIC. La tesis fundamental de Ferreiro²²³ es que diseñar un curso para el aprendizaje de la ingeniería gráfica utilizando lo mejor de la formación a distancia y lo mejor de la formación presencial, identificando que técnicas y qué procesos conviene emplear en cada caso, permite mejorar la labor docente. Para ello es necesario una reestructuración de las clases presenciales, y la creación de recursos adecuados, pero en ningún caso ha de suponer un esfuerzo mayor para profesores y alumnos. *“La enseñanza aprendizaje con b-learning supone una atención personalizada al alumno, requiere de un seguimiento y orientación. Estas características exigen un replanteamiento de la dedicación a la docencia, horarios y medios humanos y técnicos.”*

²²³ Ferreiro Prieto, Juan Ignacio; Pérez del Hoyo, Raquel; Esclapés Jover, Francisco Javier. Sistema b learning para la enseñanza aprendizaje de expresión gráfica. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

VI CI Docencia Universitaria Innovación. Barcelona 2010.

“Nuevos Espacios de Calidad en la Educación Superior. Un análisis comparado y de tendencia”.

Evaluación entre compañeros: Cómo lo hacemos en nuestros cursos de programación de ordenadores.

El profesor del Canto y otros²²⁴ de la Escola Politècnica Superior de Castelldefels (EPSC) explican en este artículo las múltiples virtudes que tienen las actividades de evaluación entre compañeros (*student peer assessment*), entre las que destacan:

1. Al utilizar los criterios de calidad, los alumnos los aprenden e interiorizan.
2. Se esfuerzan más en hacer un trabajo de calidad si saben que éste va a ser evaluado por compañeros.
3. Desarrollan la habilidad de emitir juicios de valor sobre un trabajo, de acuerdo con unos criterios preestablecidos.
4. Los alumnos se convierten en ayudantes involuntarios del profesor, con el doble propósito formativo y sumativo.
5. Requiere hacer un trabajo más inteligible, pues la evaluación no viene del profesor sino de compañeros cuyo nivel de formación conocen.

Se destaca que existe variada bibliografía internacional resaltando las bondades de la evaluación entre compañeros en la línea de las expuestas por Bangert²²⁵. Para los autores, estas virtudes se relacionan de forma directa con algunos de los requerimientos que se pretenden en el contexto del EEES, en cuanto a desarrollo de un espíritu crítico, y también en cuanto a motivación para desarrollar las actividades propuestas en la asignatura. En el modelo centrado en el aprendizaje, la evaluación continuada y los mecanismos de retroalimentación frecuente juegan un papel crucial, lo que les permite afirmar a estos profesores del Departamento de Arquitectura de Computadores (UPC) que *“teniendo en cuenta que estos mecanismos consumen mucho tiempo de dedicación por parte del profesor, toda la ayuda que podamos tener de los propios alumnos es bienvenida”*. Pero, a su juicio, implicar de forma efectiva a los alumnos en tareas de evaluación de compañeros no es tarea fácil: *“actividades poco planificadas o directamente mal*

²²⁴ del Canto, Pablo; Gallego, Isabel; López, José Manuel; Mora, Javier; Reyes, Angélica; Rodríguez, Eva; Sanjeevan, Kanapathipillai; Santamaría, Eduard; Valero, Miguel. Evaluación entre compañeros: Cómo lo hacemos en nuestros cursos de programación de ordenadores. Actas del VI Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2010.

²²⁵ Bangert, A.W. “Peer Assessment: A Win-Win Instructional Strategy for Both Students and Teachers” J. Cooperation & Collaboration in College Teaching, Vol. 10 nº2. Pag 77.

planteadas producen resultados decepcionantes (poco interés puesto de manifiesto por los alumnos, poca fiabilidad de las valoraciones, ligereza en la evaluación)”.

Por ello, y de acuerdo con su experiencia docente, se proponen una serie de elementos para que la evaluación entre compañeros sea productiva. Una cuestión clave es la definición de criterios de evaluación; estos criterios han de ser claros y objetivos, y para ello se usan rúbricas que se van desarrollando hasta llegar a ser auténticas guías de evaluación, en constante proceso de revisión. Otro aspecto a destacar es recoger varias evidencias de cada evaluación, de forma que una mera comparación entre ellas puede ayudar a validar de forma rápida y sencilla la fiabilidad del proceso.

Participación del alumno para definir un plan de mejora en el aprendizaje de la asignatura de expresión gráfica y DAO

Para los profesores Urraza y Ortega²²⁶ de la EUITIB (UPV/EHU) es necesario motivar al alumnado para que participe de manera responsable en el plan estratégico de la asignatura *“realizando aportaciones de interés dentro de una realidad docente que cubra las fases del modelo EFQM”*. En esta ponencia los autores afirman que las técnicas de trabajo de equipo, liderazgo y consenso permiten un desarrollo eficiente del análisis del proceso de aprendizaje-enseñanza (PAE).

A su juicio, el proceso de aprendizaje-enseñanza en las carreras de Ingeniería Técnica Industrial presenta dificultades por tres razones: la escasa duración de los estudios, la fragmentación en gran número de asignaturas cuatrimestrales, y su escasa coordinación. Y en el caso de la asignatura de Expresión Gráfica y DAO los autores afirman encontrarse con dificultades añadidas *“referidas a las debilidades metodológicas y competenciales de los alumnos de acceso”*. Las acciones que han motivado su actuación docente han sido:

1- Conseguir una adecuada preparación pedagógica que proporcione al alumnado herramientas útiles para desarrollar de la mejor manera su PAE.

2- Suministrar al estudiante entornos en los que reflexionar sobre el futuro profesional con el que se encontraran cuando se incorporen a su labor profesional.

3- Inducir en el alumnado una actitud responsable por la asignatura, procurando un desarrollo personal basado en el autoconocimiento y desarrollo de sinergias con sus compañeros y profesor.

²²⁶ Urraza Digón, G.; Ortega Arceo, J.M. Participación del alumno para definir un plan de mejora en el aprendizaje de la asignatura de expresión gráfica y DAO. Actas del VI Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2010.

Para estos profesores se necesita una buena estrategia y motivación para implicar al alumno en un proceso de mejora en el PAE, puesto que para ellos el alumno es:

- 1- inmovilista y prefiere la dinámica de la clase magistral (menos esfuerzo y reflexión) que el implicarse en las actividades propuestas.
- 2- no es partidario de una evaluación continua.
- 3- no desea asumir un mayor nivel de responsabilidades.
- 4- dedica poco tiempo a tutorías.

Pretenden minimizar estos inconvenientes, motivando al alumnado a asumir responsabilidades de cara a su formación, según un entorno de actuación típico de la investigación basada en la acción como han expuesto Jonassen, Peck, y Wilson²²⁷, en las que el profesor actúa como docente y gestor con la finalidad de conseguir modelos educativos más integrales basados en el consenso.

En sus conclusiones destacan que el trabajo colaborativo permite desplegar las características de un ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) o círculo de Deming, desarrollando estrategias y herramientas para ser eficaz, lo que refuerza el aprendizaje dentro de un contexto de innovación motivadora. Este modelo de aprendizaje colabora en alcanzar un buen desarrollo de los indicadores competenciales del trabajo en equipo, en la construcción de un sistema de comunicación *“basado en la libertad y respeto mutuo, de autoconocimiento y de reconocimiento del trabajo realizado propio y de equipo, llegando en algunos miembros a un mayor desarrollo en la sinergia desde la complementariedad de las funciones asumidas y a un mayor control de los estímulos emocionales”*.

²²⁷ Jonassen, D.H.; Peck, K.L. y Wilson, B.G. (1999). Learning with Technology: A constructivist Perspective. Upper Saddle, Nueva Jersey: Merrill, Prentice Hall.

INGENIERÍA GRÁFICA

La Asociación Española de Ingeniería Gráfica (INGEGRAF) tiene por objeto declarado en sus estatutos la promoción del área de conocimiento de la Ingeniería Gráfica en la ingeniería industrial en general, y en particular en las Universidades existentes en España. El fin de la entidad son las actividades *“que tiendan a impulsar, potenciar, orientar, coordinar, desarrollar y promover en sus vertientes científica y técnica, la investigación, la innovación, la transferencia de tecnología y la divulgación de la expresión gráfica en la Ingeniería, en las universidades existentes en el territorio del Estado Español, en las que se imparte la enseñanza de esta materia”*.

La Asociación es editora de la revista “Anales de Ingeniería Gráfica”, e impulsora, junto con Associazione Nazionale Disegno di Machine (ADM)²²⁸ de los congresos internacionales de Ingeniería Gráfica.



ASSOCIAZIONE
NAZIONALE
DISEGNO
DI MACCHINE

Ilustración 41. Ingegraf. ADM.

Los congresos INGEGRAF pretenden ser un foro de encuentro que propicie el intercambio de experiencias de carácter científico y profesional en el ámbito de la Ingeniería Gráfica. Las áreas generales de interés de los congresos versan sobre: Simulación; Técnicas de representación; Herramientas de diseño; Realidad virtual; Docencia del diseño y el dibujo; Procesamiento digital de imagen; Modelado en el ámbito industrial; Diseño industrial; Ingeniería inversa; Técnicas de prototipado; Intercambio de datos; Historia de la tecnología; Tecnología gráfica; Artes gráficas; Topografía y Cartografía. Cada congreso tiene un lema y unos objetivos específicos de interés.

²²⁸ <http://adm.ing.unibo.it>

IX C. Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.

“Geometría y diseño en la era de Internet”

Percepción espacial y dibujo técnico. Método de autoformación del alumnado de las escuelas técnicas basado en los indicadores de la tercera dimensión.

En 1997 los profesores de la universidad de Alicante, Serrano Cardona y Pérez Carrión²²⁹ analizan el porqué algunos alumnos que tienen buenos rendimientos académicos en otras asignaturas presentan un fracaso a la hora de utilizar la visión espacial. Y se preguntan si se puede ayudar a completar la formación de estos alumnos, llevando a cabo un estudio de los distintos indicadores que influyen en la percepción espacial. A partir del estudio de cómo se procesa por parte del cerebro toda la información visual, y analizando las distintas ilusiones ópticas para ver su influencia, llegan a elaborar un método de formación de la inteligencia espacial, basado en una secuencia de ejercicios en seis niveles de aprendizaje relacionados con los indicadores de profundidad. Estos niveles son: 1- identificación o reconocimiento, 2- comprensión, 3- aplicación, 4- análisis, 5- síntesis, y 6- evaluación.

Un vez sometido su método a experimentación en un grupo de alumnos, y comparando sus rendimientos académicos respecto a otro grupo “tradicional”, sus resultados estadísticos les permiten afirmar que *“el método propuesto cumple a la perfección su misión, como herramienta complementaria para la formación de aquellos alumnos que acceden a las Escuelas Técnicas, con una visión espacial poco desarrollada”*. De forma que esta la metodología didáctica puede mejorar los resultados académicos.

Una propuesta para la integración de aplicaciones telemáticas en la enseñanza de la geometría descriptiva.

Ya en 1997, los profesores de la universidad de Navarra Bustinza Esparta y otros²³⁰ creen necesario reflexionar sobre el modo de integrar la informática en la enseñanza de carreras técnicas. Por un lado, se puede enseñar a usar el ordenador para realizar actividades que tradicionalmente se han realizado con otros instrumentos, y por otro utilizar las herramientas informáticas como medio para enseñar nuevas materias. Esta segunda opción es la hipótesis de los autores, la

²²⁹ Serrano Cardona, Manuel; Pérez Carrión, Teresa. Percepción espacial y dibujo técnico. Método de autoformación del alumnado de las escuelas técnicas basado en los indicadores de la tercera dimensión. IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.

²³⁰ Bustinza Esparta, Jorge; Fernández Villegas, Antonio; Bustinza Esparta, Javier. Una propuesta para la integración de aplicaciones telemáticas en la enseñanza de la geometría descriptiva. IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.

informática puede ser un medio adecuado para mejorar el aprendizaje en las carreras técnicas, permitiendo ayudar al profesor a impartir su enseñanza, y al alumno a aprender. Sin embargo, destacan una premisa fundamental a tener en cuenta: *“la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje basado en la aplicación de sistemas telemáticos radica en la metodología utilizada más que en las características técnicas de las nuevas tecnologías, es decir el método es superior al medio”*. Es necesaria una visión amplia de la tecnología para hallar el mejor modo de integrarla en los procesos de aprendizaje. La calidad de un proceso de enseñanza-aprendizaje reside en el diseño del sistema de enseñanza, más que en la tecnología que se utilice. Por ello Bustinza propone sistemas personalizados de instrucción como columna vertebral del método docente.

Los autores concluyen que la utilización de sistemas telemáticos en la docencia en general, y en la docencia de la Geometría Descriptiva en particular, permite reducir el número de horas dedicadas a la exposición teórica de la materia, de forma que el profesor puede tener una mayor dedicación a las clases prácticas y a la atención personalizada al alumno, como un sistema personalizado de aprendizaje. Para estos profesores *“la era Internet es la era de un cambio profundo en las relaciones entre hombre-hombre, computador-computador y hombre-computador”*.

Comunicación multimedia: curvas cicloidales.

Merino Egea²³¹ profesor de la Universidad Politécnica de Madrid expone que la finalidad de la enseñanza multimedia es optimizar el tiempo de formación disponible. Para este profesor del área, una información multimedia previa a la actividad clásica de los profesores, *“puede estimular, motivar y favorecer el aprendizaje de los alumnos, aunque no logre más que un bajo índice de transmisión de conocimientos, algo habitual, por otro lado, en otros medios audiovisuales”*. Puesto que su misión no es sustituir la actividad del profesor ni a los libros como principal medio de estudio. Aunque el alumno crea saber más después de utilizar una información multimedia, en lugar de un libro, en realidad no sabe más, ya que la principal virtud de la comunicación multimedia radica en la presentación atractiva del conocimiento que se imparte. En la ponencia presentada en el IX INGEGRAF, el profesor Merino explica el caso particular de una comunicación multimedia de curvas cicloidales, preparada teniendo en cuenta los anteriores planteamientos.

²³¹ Merino Egea, M.; Fernández Martín, L.A. Comunicación multimedia: curvas cicloidales. IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.

La especificación VRML 2.0 (Virtual Reality Modeling Language) y su aplicación en la docencia de la expresión gráfica.

Los profesores del departamento de tecnología de la Universidad Jaime I Contero y Vergara²³², destacan en 1998 las posibilidades que brinda la nueva tecnología VRML (Virtual Reality Modeling Language - Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual) como herramienta didáctica óptima para la enseñanza de la ingeniería gráfica. Se destaca que es una tecnología barata, y que funciona con un nivel de prestaciones aceptable sobre ordenadores personales tipo, lo que permite describir objetos 3D y combinarlos en escenas virtuales. VRML se puede utilizar para crear simulaciones interactivas, con animaciones, contenidos multimedia y participación multiusuario en tiempo real. Ello permite presentar de forma mucho más afable la docencia de la ingeniería gráfica.

²³² Contero González, M.; Vergara Monedero, M. La especificación VRML 2.0 (Virtual Reality Modeling Language) y su aplicación en la docencia de la expresión gráfica. IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.

X C. Internacional Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.

“La Expresión Gráfica: nuevas dimensiones”

Calidad, creatividad, fantasía e imaginación; las notas de una nueva dimensión de la expresión gráfica.

Para Portillo Franquelo y otros²³³ profesores de la Universidad de Málaga la aparición de herramientas de trabajo de “*asombrosas propiedades en cuanto a rapidez, limpieza y precisión de trazado*” van a ser fuentes de una mejora sin igual en el área de la ingeniería gráfica. Pero destacan que estas herramientas tienen que estar usadas con criterios de calidad: “*a partir de ahora los profesores de dibujo tenemos que comunicarle alma a la máquina y eso sólo se consigue mediante la imaginación, la fantasía y la creatividad; el profesor de dibujo tendrá que sacarse esos ases de la manga y no reservarse para después el cuarto as: el de la calidad.*” A los alumnos hay que enseñarles a dibujar con ordenador, usando esta herramienta para aumentar la calidad de lo dibujado. Para los autores puede cambiar la didáctica, pero no los contenidos.

Ante el escenario informático que se les plantea en 1998, la calidad en el diseño es el término a usar en la nueva dimensión de la Ingeniería Gráfica. Lo que se tiene que potenciar al estudiante son unas capacidades y actitudes propias desde antiguo a la ingeniería gráfica: “*las ideas de creatividad, fantasía e imaginación*”. Ante este reto los autores se plantean las siguientes dudas: “*¿Estamos los docentes y profesionales de la Expresión Gráfica preparados para hacer frente al cambio? ¿Qué debemos cambiar y qué debe permanecer?*”

Reflexiones sobre la evolución de la enseñanza asistida por computador (EAC) a través de los congresos de EGI y sobre sus posibilidades futuras.

Los profesores de la universidad de Oviedo Álvarez Peñín²³⁴ y otros consideran que el valor histórico asociado a cualquier tema de investigación es importante, por lo que se aventuran en 1998 a indagar lo que se ha publicado sobre EAC en el área EGI y esté referenciado en las actas de los anteriores Congresos INGEGRAF. De entre todas sus búsquedas realizadas se destaca que sólo se ha encontrado una comunicación que mencione otros trabajos relacionados con la EAC.

²³³ Portillo Franquelo, Pedro; Guerrero Strachan, Jesús; López López, Antonio. Calidad, creatividad, fantasía e imaginación; las notas de una nueva dimensión de la expresión gráfica. X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.

²³⁴ Álvarez Peñín, PI; López Brugos, JA; García Díaz, RP; 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. X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.

Se destaca que realizar un programa de EAC *“es complicado, laborioso y costoso en tiempo (...) se involucran una serie de materias que implican la participación de un potente equipo de trabajo”*. Por todo ello se anima a compartir los trabajos de EAC para no duplicar esfuerzos.

Se cree de enorme importancia que la EAC no prescinda del profesor sino que lo potencia, posibilitando que dedique más tiempo a *“labores más críticas de la enseñanza, en las que el computador no puede intervenir”*. Los autores opinan que:

- La realización manual de dibujos por parte del alumno no debe modificarse debido al contenido formativo que conlleva.
- Las explicaciones teóricas seguirán siendo dirigidas por el profesor.
- La parte donde la EAC tendrá mayor incidencia será en la realización de ejercicios, donde el ordenador puede ser una herramienta de trabajo de resultado óptimo.
- Es imprescindible realizar un programa propio, aún a costa del empleo de tiempo.
- Es imprescindible la interactividad, el programa debe permitir corregir dibujos realizados por el alumno. Además debe evaluar los resultados y presentarlos de forma inmediata.
- El alumno maneja el programa y progresa sobre él a su ritmo. La enseñanza es individualizada, se garantiza que todos alcanzan el nivel de conocimientos establecido.
- Es importante utilizar técnicas multimedia, para conseguir un producto ameno y eficaz.

Repasando las actas de los diferentes Congresos INGEGRAF los autores observan que la EAC es una materia que despierta expectativas ya desde las primeras jornadas celebradas en Madrid en 1989. Destacan que se forman grupos de trabajos que presentan sus ponencias de forma continua y coordinada en los diferentes congresos, y que ordenados por materias, hay bastantes trabajos sobre el Sistema Diédrico, algunos sobre Dibujo Geométrico y pocos de otras aplicaciones (normativa de vistas, conjuntos, engranajes)

Entre las comunicaciones con reflexiones teóricas se destaca la presentada por el profesor Prieto Alberca en el II Congreso celebrado en Huelva en el año 1990 y la del profesor Gómez-Elvira González en Jaén 1996.

Entre las comunicaciones sobre trabajos prácticos se cita como primera referencia al profesor Aliaga Maraver en el Congreso de Huelva, en la que se comenta la existencia de la Tesis Doctoral del profesor Alonso Arroyo de 1989. En segundo lugar, la comunicación presentada en Madrid en 1992 por el autor, que hace referencia a su Tesis Doctoral. En el Congreso de Gijón, el trabajo presentado por el profesor Alvaro González que tendría continuación al año siguiente. Del congreso de Toledo, destaca el trabajo del profesor Caro Rodríguez, que presenta un programa basado en el entorno Windows, y que continua en Jaén con una de las comunicaciones más interesantes en el campo de la EAC, a criterio de los autores. Se destaca en el congreso de Vigo, al profesor Gurruchaga Vázquez; en Jaén, al

profesor Oriozabala Brit; y en Bilbao, a los profesores Carretero Díaz y Félez Mindán.

Los autores proponen para un próximo Congreso *“dedicar una jornada específica con una mesa redonda sobre la EAC en el área, con el fin de potenciar y animar a más miembros de nuestro colectivo a realizar trabajos de EAC”*. Para ellos, el futuro *“se presenta rico y prometedor. Por un lado la reducción de tiempo nos está obligando a pensar nuevas fórmulas de enseñanza. Por otro lado, las nuevas tecnologías multimedia favorecen nuestra imaginación para desarrollar sistemas amenos y eficaces”*, citando como grupos de trabajo avanzados los compuestos por profesores de Bilbao, Madrid, Cantabria, San Sebastián y Jaén.

Aplicación de la animación por ordenador a la docencia del dibujo industrial.

En 1998 los profesores de la Universidad de Córdoba Gutiérrez de Rave y otros²³⁵ muestran el proceso utilizado para la realización de un programa informático, cuya finalidad es facilitar la docencia en la Ingeniería Gráfica y mejorar la calidad docente. Los autores destacan la mejoría del proceso de aprendizaje cuando se usa algún tipo de animación por ordenador: *“con estas técnicas se podrá apreciar cómo se puede mostrar todo esto con un grado de detalle mucho mayor que con las aplicadas en las aulas de la mayor parte de los centros de enseñanza”*.

Evolución de la asignatura de "Dibujo Técnico" en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid: 1.855 - 1.997.

En esta ponencia Gómez-Elvira²³⁶ y otros profesores de la ETSIAM exponen la evolución de la asignatura de Dibujo Técnico, la propia evolución de la formación de los docentes de esta disciplina, así como la importancia decreciente de la Geometría desde 1855 a 1997.

Los autores destacan que en la fundación de estos estudios la "Geometría Descriptiva" se considera en los planes docentes como una asignatura fundamental para el Ingeniero Agrónomo, demostrable tanto por la carga académica que llevaba implícita, como sobre todo por las consideraciones descritas en los programas docentes que anexan a su ponencia. Delimitan tres grandes etapas en los últimos

²³⁵ Gutiérrez de Rave Agüera, E; Mármol Benavente; Fernández Pozuelo, S.; Montero Albiol, R.; Hidalgo Fernández, R. Aplicación de la animación por ordenador a la docencia del dibujo industrial. X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.

²³⁶ Gómez-Elvira González, Miguel Ángel; Puerta Romero, Francisco; De San Antonio Gómez, Carlos; Pascual De La Fuente, José Luis. Evolución de la asignatura de "Dibujo Técnico" en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid: 1.855 - 1.997. X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.

142 años de existencia de la carrera en cuanto a la dedicación a la asignatura de Dibujo Técnico:

- 1855-1876: cinco años de estudio de Dibujo
- 1924-1957: dos años de estudio de Dibujo.
- 1964-1996: 1 solo año de estudio. La valoración de la asignatura, por los gestores del sistema educativo para la formación de los Ingenieros Agrónomos es mínima.

Los autores concluyen que los actuales Ingenieros Agrónomos egresan de la universidad con una peligrosamente deficiente formación geométrica.

XI C. Internacional Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

Aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza de la expresión gráfica.

En 1999 el profesor Bermúdez y otros²³⁷ exponen en el XI INGEGRAF el material que están desarrollando en la UPC tendente a economizar tiempo de aprendizaje por un lado, y a permitir su utilización fuera del aula y a cualquier hora por otro, como forma de solventar el recorte de horas lectivas que los nuevos planes de estudios han llevado a cabo en el área. Es necesario agilizar la imaginación espacial a la vez que se aprenden las proyecciones. El alumno estudia las proyecciones y cortes mediante el ordenador, el cual va mostrando la proyección derivada de la posición elegida y el corte que se produce al elegir un plano seccionador. Los errores son corregidos por el ordenador, permitiendo un retorno al alumno del trabajo que está realizando, a la vez que los almacena con la finalidad de dar una nota final. Con todo ello se pretende mantener el aprendizaje de las técnicas básicas de la ingeniería gráfica a pesar del significativo recorte de horas de clase. De esta manera, afirman los autores del artículo, las TIC pueden suponer una potente ayuda a la docencia para mantener el nivel de calidad del área y adaptarse a las nuevas dedicaciones fijadas en los planes de estudio.

Estos autores llegan a la conclusión que las TIC aplicadas a la docencia de la ingeniería gráfica suponen un gran abanico de ventajas tanto para los profesores como para los alumnos. Entre las ventajas citadas para los docentes destacan: disposición de una importante cantidad de material de sus alumnos clasificado según diferentes entradas, material docente resuelto y revisado; se puede incorporar más material en cualquier momento añadiéndolo a la plantilla más adecuada; posibilidad de obtener una puntuación de cada práctica, acercándose mucho a una evaluación continuada.

También se destacan las ventajas para los discentes: al alumno se le fomenta el autoaprendizaje, puesto que dispone de gran cantidad de ejercicios siempre tutorizados que puede resolver en cualquier horario y en cualquier lugar. Además puede comprobar su aprendizaje puesto que posee las soluciones y los resultados de su trabajo.

Desarrollo de una Aplicación Didáctica Interactiva (ADI) en Ingeniería.

Ya en 1999, para los profesores Hernández Abad y otros²³⁸ el ordenador personal complementa a otros medios convencionales docentes, y sirve como

²³⁷ Bermúdez Rodríguez, F.; Lapaz Castillo, J.L.; Marqués Calvo, J.; Povill Cartoixà, D.; Morón Tarifa, Miquel; Voltas i Aguilar, Jordi. Aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza de la expresión gráfica. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

²³⁸ Hernández Abad, F; Hernández Abad, H; Ochoa Vives, M; J. Font Andreu; C. Farré Desongles; F. Rodríguez García. Desarrollo de una Aplicación Didáctica Interactiva (ADI) en Ingeniería. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

sistema de apoyo del profesor, dando vida a entornos basados en la simulación, facilitando la labor de aprendizaje. Para ello muestra una Aplicación Didáctica Interactiva (ADI) en el XI INGEGRAF como ejemplo de herramienta de apoyo al profesor en sus explicaciones. En la generación de esta ADI se explica que se han utilizado técnicas multimedia con el objetivo docente de explicar los conceptos relativos al análisis, funcionamiento, representación normalizada y simulación de movimiento de un descriptor concreto del temario de la asignatura (engranajes). Los autores destacan en sus conclusiones las ventajas de las ADI: *“La computadora facilita la representación de situaciones complejas; Imágenes en movimiento (mecanismos virtuales); Mayores posibilidades de mostrar ejemplos para aclarar dudas de los alumnos; Posibilidad de marcar el ritmo de las explicaciones; Repetición de conceptos y explicaciones; Conceptos y aplicaciones visuales de forma interactiva; Motivación del alumno, mejorando su formación y responsabilidad; Mayor absorción de conocimientos; Mejor entendimiento; Clases más amenas; Producción de material docente o reconversión de lo publicado”*.

Enseñanza de Ingeniería Gráfica Asistida por Internet.

Los profesores Carretero Díaz y otros²³⁹ del Departamento de Ingeniería Mecánica y Fabricación exponen el proyecto llevado a cabo en la ETS de Ingenieros Industriales de Madrid para el desarrollo de material didáctico accesible a través de red informática, abarcando completamente el temario de las dos asignaturas asignadas al Grupo de Ingeniería Gráfica correspondientes al primer y segundo curso: *Dibujo Técnico y Técnicas de Representación*. Explican que para cada asignatura se ha elaborado un módulo multimedia interactivo con la estructura de un libro multimedia que permite impartir los conceptos básicos de las asignaturas (aprovechando las posibilidades que se ofrecen de interacción, uso de animaciones, imagen y sonido). Además, cada asignatura tiene un conjunto de herramientas interactivas que permiten realizar ejercicios de aplicación práctica tanto de los conceptos impartidos en los libros multimedia como del resto de conocimientos que se incluyen en los programas.

En sus conclusiones los autores destacan que las ventajas del uso de internet para el aprendizaje de la ingeniería gráfica son tanto para los alumnos como para los profesores. A los primeros les permite 1- Adquirir conocimientos de una forma guiada, 2- Plantear consultas al profesor en cualquier momento; 3- Trabajar con herramientas de gran precisión; 4- Disponer de librerías de ejercicios adaptados a cada tema; 5- Disponer de herramientas interactivas que permiten realizar prácticas. A los segundos: 1- Aprovechar las clases presenciales para incidir en aspectos conceptuales y complejos; 2- Realizar la evaluación de los alumnos con mayor eficacia; 3- Disponer de material didáctico de gran ayuda para la mejora de la visión espacial del alumno.

²³⁹ Carretero Díaz, A; Martínez Muneta, M.L.; Félez Mindán, J.; J.M. Cabanellas Becerra; J. Maroto Ibáñez; R. Alvarez García. Enseñanza de Ingeniería Gráfica Asistida por Internet. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

Experiencias de EAO en el aula.

Oriozabala Brit y otros²⁴⁰ profesores de la Universidad del País Vasco opinan que *“la utilización de sistemas multimedia debe permitir reducir el número de horas dedicadas a la exposición teórica de la materia, y permitir al docente volcarse en una mayor dedicación a las clases prácticas y a la atención personalizada al alumno”*. Para ello exponen en 1999 el Proyecto de Innovación Docente llevado a cabo en la E.U.I.T.I. de San Sebastián, que tiene como objetivo la integración de un sistema multimedia en la enseñanza de la asignatura “Expresión Gráfica”.

El empleo del sistema multimedia, destacan, ha permitido reducir el tiempo de exposición teórica y de trazado de soluciones de ejercicios. Es atractivo para el alumno, de forma que el alumno tiene interés añadido y mayor motivación en el aprendizaje de la asignatura. Al profesor le facilita la explicación de piezas y conjuntos, y le permite mayor rapidez en acceder y presentar el temario en el aula en comparación con el trazado en la pizarra o la utilización de transparencias. Después de exponer los resultados de las encuestas planteadas a sus alumnos consideran que *“el empleo de sistemas multimedia para la enseñanza asistida por ordenador constituye en este momento un campo importante de mejora en la calidad de la enseñanza en el área de la Expresión Gráfica”*.

Proyecto de informatización de la docencia de Técnicas de Representación Gráfica (TRG) en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona (ETSEIB).

En 1999 el profesor de la ETSEIB García Almirall²⁴¹ presenta el proyecto de innovación educativa *“Informatización de Técnicas de Representación Gráfica”*, premiado por la UPC, y su estructura a partir de los objetivos, la organización, la metodología y los contenidos de la asignatura, desde su total informatización en el curso 97-98. Con su ponencia García Almirall pretende potenciar que otras Escuelas afronten esta innovación y ofrecer diálogo y colaboración para compartir experiencias y materiales docentes.

Se destaca que la informatización de la asignatura ha supuesto la realización de una serie de cambios, tanto en la estricta docencia como en su organización. La asignatura se divide en cuatro partes. En la primera, a partir de planos, el alumno genera sólidos con el ordenador. En la segunda, a partir de otras piezas en 3D, los alumnos obtienen sus representaciones diédricas normalizadas. La solución de

²⁴⁰ Oriozabala Brit, José Antonio; Garmedia Mujika, Mikel; Galarraga Astibia, Roberto; Albisua, Joaquín. Experiencias de EAO en el aula. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

²⁴¹ García Almirall, I. Proyecto de informatización de la docencia de Técnicas de Representación Gráfica (TRG) en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona (ETSEIB). XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

problemas geométricos de piezas poliédricas, tanto de análisis y de síntesis, se desarrolla en la tercera parte de la asignatura. En la cuarta estos problemas geométricos son con superficies esféricas, cónicas, cilíndricas y toroidales. García destaca que *“en el desarrollo de estos temas se prescinde de las complejidades innecesarias propias del sistema diédrico, aprovechando la potencia de los programas de CAD para su realización directamente en 3D”*.

El objetivo de la asignatura sigue siendo el de potenciar la concepción espacial y profundizar en el conocimiento de las formas y de las técnicas de representación gráfica en la ingeniería, solo cambia la herramienta de trabajo, que ahora es el ordenador.

Los contenidos teóricos de la asignatura antes y después de su informatización son los mismos. Los enunciados de los ejercicios del curso se pueden encontrar en Internet, así como las ayudas necesarias para conseguir los conocimientos suficientes tanto del programa de CAD 3D como de los diferentes temas del curso. La evaluación de los alumnos se realiza mediante ordenador. La gran capacidad del programa propició importantes cambios conceptuales y procedimentales y demostró que podían resolverse los mismos ejercicios que antes, pero de forma más ágil y con menos tiempo, adaptándose de esta manera a la progresiva reducción de créditos y horas lectivas que sufre la asignatura a cada cambio de plan docente.

Pasado, presente y futuro de la informatización de la docencia de técnicas de representación gráfica.

Para el profesor Codina²⁴² de la UPC, la progresiva informatización de las Técnicas de Representación Gráfica en las ingenierías está provocando una modificación tanto en los contenidos, como en la metodología en la enseñanza, siendo la reducción de créditos otro de los causantes de este cambio. Para este profesor, es previsible que la remodelación de las asignaturas de ingeniería gráfica influyan en la reforma de la enseñanza secundaria, de la misma manera que ya ha hecho en los nuevos planes de estudios de la universidad.

Para Codina, el ordenador no sólo ha de suponer un cambio de herramientas; los programas de CAD no sólo son herramientas para obtener trazados perfectos de delineación, sino que han de suponer una revolución conceptual y de procedimiento.

La informatización la asignatura Técnicas de Representación Gráfica (TRG) ha producido grandes cambios tanto a nivel de concepto como a nivel de procedimiento. En cuanto al concepto, se afirma que la utilización de los programas de CAD 3D cumplen perfectamente los objetivos de la asignatura, al mismo tiempo

²⁴² Codina, X. Pasado, presente y futuro de la informatización de la docencia de técnicas de representación gráfica. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

que simplifica las operaciones, potenciando la concepción espacial. En cuanto a los procedimientos, las nuevas tecnologías han propiciado cambios importantes, como la consulta de los enunciados y resoluciones animadas de los ejercicios a través de Internet.

En conclusión: *“nunca como ahora es imprevisible el adivinar con qué se encontrará un alumno nuestro cuando termine la carrera. Así pues, debe ser nuestra obligación proporcionar al alumno aquellos conceptos geométricos que permanecerán invariables en los próximos años, aprovechando las técnicas actuales, pero sin extenderse en exceso en la docencia de unos conceptos que pueden quedar obsoletos en muy poco tiempo.”*

XII C. Internacional Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

"Desde la Historia hacia el milenio del lenguaje gráfico"

La Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) como recurso eficaz en el proceso enseñanza -aprendizaje.

Marín Granados y otros²⁴³ proponen un modelo de docencia en la que se combina la lección magistral, la tutorización y un sistema de Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) para las asignaturas del ámbito de la Ingeniería Gráfica en las escuelas técnicas. Para estos profesores de la universidad de Málaga, la incorporación de nuevos medios tecnológicos soluciona determinados problemas pero crea otros hasta ese momento desconocidos: por un lado la necesidad de gran cantidad de aulas informatizadas con sus correspondientes medios multimedia (encarecimiento de las infraestructuras), y por otro, cierta resistencia al cambio constante y vertiginoso que obliga al docente a un proceso de reciclaje continuo. Por este motivo proponen una combinación de diferentes métodos docentes.

Exponen que la tutorización es un buen método en universidades masificadas, como fórmula óptima para facilitar en los alumnos la toma de decisiones en la resolución de problemas, propiciando el diálogo y el espíritu crítico. Pero las tutorías no pueden servir de "*clases particulares gratuitas*", no se puede usar ese tiempo para repetir aquello ya explicado en clase a los alumnos más rezagados, y es aquí donde entra la función de la EAO, como ayuda de aquellos alumnos cuyo proceso de aprendizaje es más lento que el resto del grupo.

Las propuestas de EAO estudiadas por los autores en ponencias presentadas en anteriores congresos INGEGRAF son múltiples y variadas, cuya la característica común es el uso de técnicas multimedia y su uso combinado con la publicación en Red de este material.

Utilización de las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones en las asignaturas de carácter semi-presencial.

Los profesores Bermúdez y otros²⁴⁴ de la UPC, explican que en los planes de estudio reformados en 1993 han introducido nuevas pautas en cuanto a los modos y métodos didácticos, apoyándose en las nuevas tecnologías de la información y de

²⁴³ Marín Granados, MD.; Gutiérrez Ariza, F.J.; García Ceballos, M^oL.; Mora Segado, P. La Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) como recurso eficaz en el proceso enseñanza-aprendizaje. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

²⁴⁴ Bermúdez Rodríguez, F; Lapaz Castillo, JL; Marqués Calvo, J; Morón Tarifa, M; Povill Cartoixà, D; Voltas Aguilar, J. Utilización de las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones en las asignaturas de carácter semipresencial. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

las comunicaciones, destacando *“que la labor del profesor universitario no sólo es la de transmisor de conocimientos, sino que también debe actuar como soporte en el proceso de aprendizaje (actividades académicas dirigidas)”*.

Los planes reformados suponen la transición desde un modelo basado principalmente en la enseñanza, en el cual la función del estudiante era básicamente pasiva, y la del profesor era la de transmisor de conocimiento, a un modelo basado esencialmente en el aprendizaje, donde el estudiante es mucho más activo, y el profesor es el guía en el proceso de aprendizaje.

Se reorganiza la metodología docente de las asignaturas, introduciendo elementos semipresenciales y limitando a 20h las actividades de carácter presencial. Los créditos totales de una asignatura se dividen en créditos de teoría, problemas, laboratorio, y en actividades complementarias (actividades de complemento al aprendizaje, de carácter no-presencial). Se deberá potenciar y dar mayor valor educativo a las tutorías.

Se pretende dar un enfoque más cooperativo en la mejora continua de la calidad del proceso educativo, potenciando las estrategias de colaboración, fomentando los mecanismos de aprendizaje cooperativo entre estudiantes, las herramientas de cooperación y coordinación.

Los procesos de evaluación también se modifican adecuándose de forma que resulten facilitadores del proceso de aprendizaje de los estudiantes, procurando que los métodos de evaluación continuada garanticen el trabajo y el estudio continuado.

Estos profesores llegan a la conclusión, una vez aplicados los cambios de planes propuestos a las asignaturas de ingeniería gráfica, que suponen grandes ventajas tanto para el profesor, como para los estudiantes. Para el profesor se destacan: *“1- Sistematización y ordenación del material docente. 2- Innovación en la metodología y herramientas utilizadas. 3-Cesión de parte del protagonismo al alumnado. 4- Actualización constante de su asignatura. 5- Tutorización no presencial”*. Para el alumno: *“1- Posibilidad de complementar y contrastar sus propios apuntes con los expuestos en la red, 2- Corresponsabilización y participación activa en el proceso docente, tanto en la aportación de nuevos contenidos de la asignatura, como en el proceso de evaluación. 3- Fácil acceso a exámenes anteriormente propuestos y posibilidad de autoevaluarse. 4- Más tiempo disponible para dedicar a otras materias que esté cursando. 5-Posibilidad de optar por la “no presencialidad”. 6-Fomento del trabajo en equipo”*. Para estos autores las nuevas tecnologías de soporte a la docencia conducirán inexorablemente a un nuevo cambio de paradigma.

Docencia de Modelado Tridimensional mediante herramientas de animación asistida por ordenador.

Los profesores Mateo Carballo y otros²⁴⁵ del departamento de Ingeniería del Diseño de la universidad de Sevilla destacan la importancia que toman los modelos tridimensionales en la ingeniería, proporcionando una herramienta muy potente para obtener nuevas posibilidades y variaciones de diseño en poco tiempo. Afirman que introducir esta formación en la planificación no resulta tarea fácil, debido a las limitaciones de tiempo en las asignaturas, y la insuficiente formación básica del alumno en el campo de la informática, y del diseño gráfico en particular, además del problema añadido de la falta de la concepción espacial, habilidad muy necesaria en el desarrollo de los modelos tridimensionales.

La necesidad de incluir esta formación básica, unida a los problemas para su docencia conduce a estos profesores a la búsqueda de nuevos métodos docentes. La solución propuesta radica en el uso de la animación asistida por ordenador y las utilidades multimedia, combinándolas para generar tutoriales que ayuden al alumno a la comprensión de los métodos de generación de modelos tridimensionales, y la obtención de los mismos por pasos.

La solución para aumentar la eficacia de la docencia, entendida como mayor cantidad de conocimiento impartido en menos tiempo, está, para estos profesores, en la animación asistida por ordenador, aunque destacando que *“este medio didáctico no puede utilizarse como único medio, y ni siquiera de forma independiente al resto”*.

Sistema automatizado de gestión y control académicos en el entorno de una asignatura de expresión gráfica en la ingeniería.

Para los profesores Tardío Monreal y otros²⁴⁶ de la universidad de Zaragoza, además de la labor docente de los profesores también es muy importante la gestión y el control académico en la asignatura de expresión gráfica, por eso presentan una aplicación informática que consigue automatizar las tareas de gestión y control, no para liberar al docente del seguimiento de la evolución académica de los alumnos, sino para mejorar esta labor haciéndola mucho más rápida y eficaz.

²⁴⁵ Mateo Carballo, F.; Llorente Geniz, J; Sánchez Jiménez, FJ; Reina Valle, R; Fernández de la Puente, A. Docencia de Modelado Tridimensional mediante herramientas de animación asistida por ordenador. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

²⁴⁶ Tardío Monreal, E.; Fernández Sora, A.; Agustín Hernández, L; Sánchez-Lafuente Lahulla, F. Sistema automatizado de gestión y control académicos en el entorno de una asignatura de expresión gráfica en la ingeniería. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

Nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en el ámbito docente de la Expresión Gráfica: El CAD como punto de partida y no como disciplina complementaria. Planificación metodológica.

El profesor Moreno Cazorla²⁴⁷ de la universidad de Granada destaca que en los últimos años la enseñanza en el área de la Ingeniería Gráfica ha incorporado progresivamente elementos complementarios a la tradicional lección magistral. Se refiere a los medios técnicos (video, presentaciones multimedia), a las aplicaciones informáticas gráficas, y al uso de Internet como medio de comunicación e información. Moreno explica el Aula Virtual montada en la universidad de Granada, como ejemplo que la enseñanza a distancia a través de Internet se presenta como un nuevo método docente que supone grandes ventajas: *“flexibilidad de horario y lugar de la docencia, adaptación al ritmo de aprendizaje del alumno, aprendizaje no lineal, e interactividad entre agentes docentes”*.

Los nuevos planes de estudios han reducido los créditos en el área de la Ingeniería Gráfica provocando la reducción de conceptos historicistas del dibujo (materiales en desuso, técnicas complejas sin aplicación práctica, y sistemas de representación muy laboriosos). Por el contrario otros conceptos que en antiguos planes no tenían cabida como pueden ser la textura, el color y la luminosidad, ahora necesitan ser estudiados. De forma que las nuevas herramientas informáticas no solo plantean un cambio en la forma de aplicar la docencia sino también en los contenidos. Para el autor *“por todo ello es el CAD la herramienta fundamental de expresión gráfica del nuevo milenio”*.

Los planes de estudios de Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. Análisis comparativo.

El profesor Sánchez Jiménez²⁴⁸ expone las características del plan de estudio de 1999 para la titulación de Ingeniero Técnico en Diseño Industrial de la Universidad de Sevilla. En este plan la asignatura *“Expresión Gráfica y DAO”* tiene asignado un total de 7,5 créditos, de los cuales 3 son teóricos y 4,5 prácticos; *“Expresión Gráfica II”* 6 créditos (3 teóricos y 3 prácticos); y *“Dibujo Técnico”* 4,5 créditos (1,5 teóricos y 3 prácticos). En su comparativa con otras universidades que también imparten esta titulación, se destaca su gran homologación en cuanto a número de créditos y en cuanto a asignaturas ofrecidas. Por otro lado, para los aspectos divergentes, tiene gran importancia la implementación de la universidad en el entrono geográfico propio.

²⁴⁷ Moreno Cazorla, R. Nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en el ámbito docente de la Expresión Gráfica: El CAD como punto de partida y no como disciplina complementaria. Planificación metodológica. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

²⁴⁸ Sánchez Jiménez, J; Mateo Carballo, F; Fernández de la Puente, A; R. Reina Valle; Llorente Geniz, J. Los planes de estudios de Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. Análisis comparativo. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

Experiencia en asignaturas de Expresión Gráfica en proyectos interdisciplinares.

El profesor Font²⁴⁹ expone las estrategias empleadas en la ETSEIT para coordinar la docencia en distintas áreas de conocimiento a fin de paliar la excesiva parcelación del conocimiento universitario. El estudiante forma parte de un grupo que realiza un proyecto interdisciplinar de creación propia, y presentarlo a fin de curso en un CD interactivo multimedia.

Se considera que es necesario alentar a los profesores en el trabajo de tutorización de los alumnos, proponiendo temas que puedan motivar a los estudiantes en la línea de especialización de cada profesor. Los autores defienden como gran ventaja de esta metodología *“la oportunidad que se brinda al estudiante de participar de unas actividades formativas relacionadas con la elaboración de un proyecto de diseño”*. El alumno propone sus soluciones, y esto permite aumentar la confianza en su trabajo y la práctica utilidad de su futura profesión. Se considera que las horas asignadas a la asignatura son insuficientes para el trabajo propuesto.

²⁴⁹ Font Andreu, Jordi; Hernández Abad, Francisco; Ochoa Vives, Manuel; Hernández Abad, Vicente; López Membrilla, Manel. Experiencia en asignaturas de Expresión Gráfica en proyectos interdisciplinares. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

XIII Congreso INGEGRAF. Badajoz 2001.

“Eliminando Fronteras entre lo real y lo virtual: Nuevas formas”

Aplicaciones didácticas y educativas de las tecnologías RIV (Realidad Infovirtual) en entornos telemáticos.

En el año 2001 el profesor Gómez Galán²⁵⁰ ya vislumbraba que *“el desarrollo y expansión en los próximos años de las tecnologías RIV (realidad infovirtual) y del lenguaje VRML van a suponer un nuevo escenario en las posibilidades de comunicación humana. Las aplicaciones didácticas y pedagógicas de los entornos telemáticos creados mediante estas tecnologías nos ofrecerán un panorama completamente novedoso para los procesos de enseñanza-aprendizaje”*, y explica en esta ponencia que el marco pedagógico en el que debe apoyarse son las teorías del constructivismo para alcanzar un aprendizaje significativo.

Se defiende que las TIC han de ser herramientas lo más sencillas posibles (debido al hecho de la falta de formación del profesorado) y próximas a las auténticas necesidades de su momento que pueda ofrecer las mayores ventajas educativas. Esta afirmación es tan válida en 2001 como en 2009, la tecnología no tiene que ser una dificultad en si misma sino una herramienta al servicio del profesorado. En el año 2000 la mayoría de las iniciativas relacionadas con las TIC consistían básicamente en creación de páginas web, ignorando aún otras posibilidades como de los ftp i el uso del correo electrónico, según constata el autor, a raíz de las presentaciones en el *Congreso Internacional de Informática Educativa 2000*, y *I Congreso Internacional Educared*, enero 2001. Destacando la ventajas del trabajo de creación de los sites, el autor señala que es imprescindible que estos trabajos empleen las más novedosas teorías de enseñanza-aprendizaje, para que de ellos surjan los máximos beneficios didácticos.

Para Gómez Galán es paradójico que a pesar que las herramientas informáticas y telemáticas constituyen un nuevo paradigma idóneo para la educación, potenciando la capacidad de aprendizaje del usuario y estableciendo un diseño apoyado en las teorías del constructivismo, muchas veces se anteponen el atractivo estético a las condiciones de interactividad. Para el autor, el futuro está en la realidad virtual, que permitirá cambiar las formas y el empleo de la red, al permitir actuar sobre los distintos sentidos humanos para potenciar el aprendizaje.

Según el autor todo *site* educativo tendría que disponer de posibilidades de *chat*, *news* y videoconferencia *“y todo esto preferiblemente a tiempo real”*. Otra de las aplicaciones educativas destacadas de la realidad virtual es el campo de la simulación, con su correspondiente ahorro de costes y mejoras de las expectativas docentes, muy productivas ya en algunos entornos profesionales y universitarios.

²⁵⁰ Gómez Galán, José. Aplicaciones didácticas y educativas de las tecnologías RIV (realidad infovirtual) en entornos telemáticos. XIII Congreso INGEGRAF. Badajoz 2001.

Cambios profundos en la expresión gráfica: nuestros primeros pasos.

La profesora Grión²⁵¹ de la Universidad Nacional de Salta (República Argentina) presenta en esta comunicación el proyecto para elaborar un nuevo programa educativo para la asignatura *Dibujo Técnico y Sistemas de Representación*, en la carrera de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta. Su hipótesis de trabajo se basa en que la introducción de cambios en la enseñanza del área de la Ingeniería Gráfica mejorará el aprendizaje, en particular la utilización del CAD como herramienta de representación. Las metas conseguidas en una primera fase fueron: 1-Determinación de nuevos contenidos. 2-Determinación de nuevos objetivos. 3- Capacitación pedagógica y en investigación del equipo de trabajo.

Una de las primeras preguntas que la profesora Grión plantea es si deben sustituirse los temas clásicos de geometría descriptiva por la enseñanza del CAD. Repasando las diferentes, y encontradas, opciones planteadas se destaca que las distintas posturas coinciden en reconocer al ordenador como una herramienta capaz de facilitar el aprendizaje. No se olvidan otros temas de importancia como son la normalización industrial y el diseño de croquis “a mano”.

Con el desarrollo de las aplicaciones de la informática al tratamiento gráfico en los proyectos de ingeniería, se produce un incremento de las posibilidades de muchos de los procesos, se modifican las formas tradicionales de trabajo ganando en eficiencia y rapidez. El proceso mental del diseño se modifica y también la obtención del plano de trabajo cambia, en general obtenidos a partir del modelado.

La autora analiza los programas del área de conocimiento en las universidades argentinas y su entorno, destacando los tópicos más repetidos en los distintos programas: *“Incorporación de la enseñanza de CAD manteniendo la vinculación entre la informática y la representación gráfica. Mantenimiento de la enseñanza de Normalización. Insistencia en el Razonamiento espacial. Nivelación previa. Destreza en el croquizado a mano alzada. Cambio de métodos pedagógicos aplicando nuevas tecnologías. Capacitación y actualización docente”.*

Para determinar los nuevos conocimientos que tienen que implementarse en los nuevos planes de estudios, hay que tener en cuenta que la informática ha producido profundos cambios en todas las disciplinas del conocimiento y en su enseñanza. Y que es particularmente duro en el caso de la geometría descriptiva dado que ha permanecido inalterada desde hace décadas. Se debe proporcionar al alumno aquellos conceptos geométricos que permanecerán invariables en el futuro aprovechando las técnicas actuales, pero sin extenderse en exceso en la docencia de unos conceptos que pueden quedar obsoletos en muy poco tiempo.

La autora se arriesga a afirmar que algunos contenidos que se imparten pueden ser eliminados, pues los aportes de los programas informáticos resultan decisivos y apuntan a una reorganización de los contenidos tradicionales, deben

²⁵¹ Grión, María. Cambios profundos en la expresión gráfica: nuestros primeros pasos. XIII Congreso INGEGRAF. Badajoz 2001.

eliminarse las cuestiones que han quedado obsoletas para la práctica profesional, para dejar espacio a las nuevas temáticas. *“Se impone una eliminación masiva de cuestiones que hoy resultan casi irrelevantes, como todo lo artificial y retórico, en el lenguaje y la presentación de las formas”.*

Ordenadores en la enseñanza y aprendizaje de ingeniería.

Para los profesores Medeiros y Cintra²⁵², de la Universidade Estadual de Maringá, los ordenadores pueden ayudar el proceso de enseñanza y aprendizaje de ingeniería, y así lo exponen en una ponencia presentada en 2001 partiendo de sus fundamentos epistemológicos, destacando *“la necesidad de revisar el proceso educativo, volviéndolo más contextualizado, crítico y significativo”.*

Se destaca previamente que ante la implementación de las nuevas tecnologías en los procesos de enseñanza existen tres posiciones claramente diferentes: escepticismo, indiferencia u optimismo. Se cita a este respecto a Mandel²⁵³, según el cual el impacto de la revolución informática en todos los aspectos de la actividad humana es tan grande y puede provocar cambios tan profundos que es lógico que haya posiciones encontradas respecto a su influencia en los procesos de aprendizaje.

El aprendizaje es un proceso intrínseco de quien aprende, de forma que una persona no puede aprender por otra. La enseñanza es la mediación del proceso de aprendizaje, o sea, su facilitación. El aprendizaje depende de varios factores que pueden facilitar o no, en este sentido los autores afirman que los ordenadores son herramientas que pueden facilitar esta mediación. Para ello exponen la experiencia docente que llevaron a cabo en las universidades estatales del Paraná (Brasil), sometiendo dos grupos homogéneos de alumnos a un mismo aprendizaje, pero usando unos herramientas de informática gráfica, y otros no. Destacan en sus conclusiones que *“el índice de satisfacción de los alumnos son mayores cuando se usa computadoras en el proceso de mediación directa”*, pero que en cambio los resultados académicos fueron parejos.

Afirman: *“Estamos pues, diciendo que la solución de muchos problemas de educación escolar, particularmente en la enseñanza y aprendizaje de ingeniería, no está en la utilización de la informática, como muchas veces se ha pregonado. Que quede claro que nuestra conclusión no implica afirmar que no debemos o que no*

²⁵² Medeiros Filho, Dante Alves; Cintra, Jorge Pimentel. Ordenadores en la enseñanza y aprendizaje de ingeniería. XIII Congreso INGEGRAF. Badajoz 2001.

²⁵³ Mandel, Arnaldo; Simon, Inre; Delyra, Jorge L. Informação: computação e comunicação. Revista USP, n.35, p.10-45, set./out./nov. 1997.

precisamos usar o incorporar la tecnología en nuestras actividades, por lo contrario, ella es indispensable en la actualidad, pero debe siempre ser vista como un medio y no como un fin en sí misma". Los ordenadores son solo un vehículo que permiten expresar con calidad las diferentes tareas planeadas. La esencia de la relación pedagógica no cambia con la utilización de la tecnología, a pesar de ser necesaria ahora en nuestro contexto para el correcto proceso de enseñanza.

XIV C. Internacional Ingeniería Gráfica. Santander 2002.

Entorno didáctico multimedia para el aprendizaje del programa de modelado sólido SOLID DESIGNER.

Los profesores de la Universidad de Zaragoza Callejero y García²⁵⁴ explican, el desarrollo de un entorno accesible desde la web que permita tanto el aprendizaje como la enseñanza basada en la colaboración: *“la intención es crear un lugar en la red que facilite el acceso a la información que precisen los usuarios, y la posibilidad de compartir conocimientos, mediante la inclusión de artículos realizados por colaboradores acreditados, que hagan crecer una base de datos en la que se base tal entorno”*.

La ponencia se inicia diferenciando el sistema de Modelado paramétrico (basado en la historia) del Modelado dinámico (no basado en la historia) destacando de este último las ventajas en cuanto a libertad de edición en el diseño, y se expone el proceso de aprendizaje de la página. Callejero y García llegan a la conclusión de que para los alumnos, la utilización de este entorno dinámico, hace que la curva de aprendizaje del citado programa se reduzca considerablemente. Los estudiantes son capaces de modelar objetos 3D de una manera rápida y sin a la complejidad que tenían este tipo de programas de modelados presentados de forma paramétrica, pudiendo concluir que el método de enseñanza influye directamente en la cantidad y calidad del aprendizaje: *“La concurrencia y el paralelismo, conceptos básicos de la nueva ingeniería, encuentran en el modelado dinámico la estructura o esqueleto que permite un diseño válido, consistente y fiable en un plazo de desarrollo extremadamente reducido.”*

Nuevos enfoques en la docencia del CAD y la normalización eléctrica.

En una ponencia presentada en 2002 los profesores de la UPC Lapaz y Voltas²⁵⁵, explican que la metodología docente clásica, basada en la lección magistral, tiene que dar paso a una enseñanza más participativa y con cambios en los métodos de evaluación, mejorando con ello aprovechamiento del aprendizaje por parte del alumno. Para ello exponen los cambios que han llevado a cabo en las asignaturas reformadas con los planes de estudios de 1993, y sus consecuencias. Se parte de una drástica reducción de créditos, que dependiendo de la especialidad puede estar entre un 50% o solo un 30% de los créditos del plan antiguo.

²⁵⁴ Callejero Cornao, Bernardino; García Hernández, César. Entorno didáctico multimedia para el aprendizaje del programa de modelado sólido SOLID DESIGNER. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander 2002.

²⁵⁵ Lapaz Castillo, José Luis; Voltas i Aguilar, Jordi. Nuevos enfoques en la docencia del CAD y la normalización eléctrica. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander 2002.

Los principales problemas destacados por los autores para evaluar las asignaturas en las que el CAD tiene una fuerte implantación son: recursos limitados en aulas de informática disponibles; heterogeneidad de conocimientos informáticos básicos previos en los niveles de partida de los alumnos; Problemas para plantear un único modelo de evaluación a todos los estudiantes; Dificultad a la hora de cuantificar el seguimiento y aprovechamiento de la enseñanza. Para poder solucionar esta problemática se propone flexibilizar el aprendizaje a través de la semipresencialidad (un mínimo de un 10% de los créditos docentes impartidos) y el encargo docente personalizado, basado en proyectos, trabajos y ejercicios personalizados.

La evaluación es llevada a cabo por objetivos: al alumno se le califica en base al cumplimiento de una serie de metas y objetivos que se proponen al inicio del curso, de forma que *“va alcanzando su puntuación de una manera progresiva y acumulativa, completándola con otras notas de curso correspondientes a un examen tipo test y al aprovechamiento y seguimiento de las sesiones semanales de laboratorio.”*

Las conclusiones a las que llegan los autores destacan que a pesar de la relativa buena posición actual del área, se presentan nuevos retos para consolidar y ampliar la participación en las diferentes especialidades. Para ello es necesaria una complementación de los temas tradicionales de ingeniería gráfica impartidos con contenidos del área de normalización industrial.

Nuevas tecnologías en la enseñanza virtual a través de la red: “gráficos por computador” en el campus virtual de AULANET.

El profesor Suárez Quirós²⁵⁶ y otros del grupo Glworks de la Universidad de Oviedo, exponen el sistema AulaNet, desarrollado empleando tecnologías de Internet. Todas las funcionalidades son ofrecidas a través de la red, de este modo, se ofrece a cada tipo de usuario una interfaz web particular que permite aplicar políticas de seguridad a distintos niveles. El empleo de la tecnología web permite además construir interfaces amigables para el usuario que facilitan su aprendizaje, haciéndolas más intuitivas y agradables. Se expone las tres zonas que contempla Aulanet: la lección virtual, con los contenidos teóricos expuestos de forma multimedia, los enlaces externos para ampliar conocimientos y la zona de test de corrección automática.

Los objetivos pretendidos por los autores con la asignatura “gráficos por ordenador” son los siguientes:

²⁵⁶ Suárez Quirós, Javier; García Díaz, RP; Álvarez Peñín, PI; Gallego Santos, R. Nuevas tecnologías en la enseñanza virtual a través de la red: “gráficos por computador” en el campus virtual de AULANET. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander 2002.

- Conocimiento de las técnicas que hacen posible la generación de gráficos informáticos. Estudio de los algoritmos que las respaldan.
- Adiestramiento en el manejo de librerías geométricas existentes,
- Elaboración de aplicaciones gráficas que permitan afianzar los conocimientos mediante la implementación de los procedimientos analizados teóricamente.

El sistema propuesto dispone de tres formas de tutoría: por correo electrónico, por videoconferencia, y chat.

Los autores consideran que las nuevas metodologías docentes deben evitar incoherencias, para lo cual es necesario adaptar los sistemas de evaluación a los métodos de enseñanza empleados, puesto que *“un examen de corte tradicional no sería un buen indicador de los conocimientos adquiridos con estas nuevas metodologías”*. AulaNet presenta un modelo de examen on-line que trata de maximizar la virtualidad: la libertad de horario y lugar de realización. Para los autores la total disponibilidad de horario y lugar entra en colisión con las condiciones de seguridad mínimas requeridas, por ello *“resulta necesario relajar las aspiraciones iniciales y hacer concesiones a favor de la seguridad”*. La disponibilidad de lugar de examen se limita a varias salas dispersas geográficamente que el alumno escoge según interés propio.

Para diseñar un examen para ser resuelto en un ordenador es necesario adaptar el enfoque tradicional y poder aprovechar las ventajas de las nuevas metodologías docentes, que a criterio de los miembros de GIworks son:

- Generación aleatoria de los exámenes si se dispone de una base de preguntas amplia y bien catalogada.
- Corrección automática o semiautomática.
- Elaboración de estadísticas de manera automática.
- Control preciso del tiempo de examen. El sistema puede enviar el examen automáticamente.

Aunque también se destacan sus inconvenientes:

- Pérdida de expresividad por parte del alumno.
- Posibilidad de cometer fraudes informáticos.
- Dependencia de la infraestructura tecnológica.
- Dificultad para impedir suplantaciones de personalidad.

Generalización del teorema de Desargues.

En este artículo la profesora Pascual²⁵⁷ y otros de la UPM ponen de manifiesto la potencia de las herramientas de la geometría algebraica, y su útil empleo en el campo de la geometría computacional. Se exponen y demuestran

²⁵⁷ Pascual Albarracín, Esther; Prieto Alberca, Manuel; Sondesa Freire, M^a Dolores. Generalización del teorema de Desargues. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander 2002.

cuatro teoremas del campo de la geometría proyectiva y algebraica. Una generalización del teorema de Desargues. El propio teorema de Desargues como particularización del primer teorema. Otra particularización del primer teorema en el que se define una "*perspectividad*". Finalmente se definen series proyectivas mediante la intersección de dos rectas con las cónicas de un haz.

XIII ADM - XV INGEGRAF C. Internacional. Italia 2003.

“Herramientas y métodos en diseño de ingeniería”

Experiencia metodológica en la materia de Expresión Gráfica en la ingeniería técnica en diseño industrial.

En este artículo presentado en el XV INGEGRAF, el profesor Díaz Blanco y otros²⁵⁸ exponen los problemas acarreados con la Ley de Reforma Universitaria, debido a la perversa combinación de reducción de las horas de docencia, con el bajo nivel de conocimientos previos y básicos con que los estudiantes ingresan en la un universidad, fruto en muchos casos porque la ley permite iniciar los estudios de ingeniería sin tener en su currículum de bachillerato asignaturas básicas de geometría.

Exponen su experiencia innovadora por el método docente empleado, que llevan impartiendo desde el curso 1999-2000, consistente básicamente en elaborar un texto con conocimientos básicos de Geometría Plana y de Geometría Descriptiva, a partir de unas directrices y una relación de textos recomendados; textos que pueden ser usados en los exámenes liberatorios correspondientes. Con este trabajo pretenden enseñar, además, de la teoría y la práctica de la Expresión Gráfica, *“métodos y técnicas de trabajo que les van a ser útiles para buscar información, interpretarla, valorar la facilidad de realización y la precisión de la misma”*. Para ello se establecieron los programas de conocimientos básicos de geometría y se pide al estudiante la elaboración de unas fichas con la citada materia teórica.

Los hitos más importantes, según los autores, de este método de trabajo son: Analizar los datos y buscar los conceptos teóricos que deben emplear para su solución. Trazar los datos dados. Resolución del caso de forma que permita comprobar la correcta solución. Comprobación final que la solución hallada. No iniciar la resolución de un nuevo ejercicio antes de la comprobación final del anterior.

La principal conclusión que se destaca es que el número de estudiantes que asisten a clase y se presentan a las evaluaciones ha pasado de menos del 30% a más del 60%, y que el número de los que superan la materia ha pasado del 35% a más del 50% de los presentados, de forma que puede afirmarse que el encargo de trabajo continuado a los estudiantes favorece su implicación en la asignatura, aumenta sus conocimientos y sus resultados académicos.

²⁵⁸ Díaz Blanco, Ignacio José; Fernández Villegas, Antonio; López Vázquez, José Antonio; Souto López; José Ramón. Experiencia metodológica en la materia de Expresión Gráfica en la ingeniería técnica en diseño industrial. XIII ADM - XV INGEGRAF Congreso Internacional. Italia 2003.

La Geometría Descriptiva de Monge. Una visión multimedia.

En esta ponencia presentada en 2003, los profesores Villar Ribera y Hernández Abad²⁵⁹ destacan que a pesar de que la última revisión de planes de estudio la asignatura “geometría descriptiva” ha desaparecido en la mayoría de las carreras de ingeniería, la materia ha permanecido en otras asignaturas de dibujo desarrollando el descriptor “técnicas de representación”. El artículo presenta los trabajos de la tesis doctoral del autor para destacar la contribución de esta materia a la formación del ingeniero en los últimos doscientos años.

La idea principal de los autores es que *“si ideamos un sistema de visualización de los diferentes problemas, el observador comprobará que detrás de toda esa simbología compleja existe un concepto geométrico importante. Así pues, si aceptamos que este sistema de visualización ofrece una gran facilidad para una más rápida y mejor comprensión, tanto de la metodología como de los conceptos expuestos, deberemos ver que puede ser una herramienta válida y actual para divulgar esta materia, que por su profunda base conceptual no ha perdido vigencia. Si bien determinados problemas pueden ser resueltos mediante la utilización de las prestaciones de los programas de CAD, para otros tenemos la necesidad de utilizar los conceptos de la Geometría Descriptiva”*. Los autores son partidarios de una coexistencia armónica de sistemas.

Infraestructura y espacios virtuales para el desarrollo de la enseñanza a distancia.

Hernández Abad²⁶⁰ y otros profesores de la UPC comparan en 2003 algunas de las tendencias en el desarrollo de interfaces para facilitar la operatividad de los entornos virtuales. Se detectan dos tipos de entornos de aprendizaje: abiertos (modelo UNED) y cerrados (modelo UOC).

Se llega a la conclusión que los sistemas virtuales cerrados que están bien planificados tienen una mayor eficiencia por las siguientes razones: 1- el contenido de las materias ha sido creado y revisado por expertos, 2- la facilidad de uso de la interfaz, 3- los elementos que componen las opciones más significativas tienen gran coherencia, 4- el seguimiento de los alumnos es una tarea compartida, con un coordinador que asegura la uniformidad.

²⁵⁹ Villar Ribera, Ricardo; Francisco Hernández Abad. La Geometría Descriptiva de Monge. Una visión multimedia. XIII ADM - XV INGEGRAF Congreso Internacional. Italia 2003.

²⁶⁰ Hernández Abad, F; Monguet Fierro, JM^a; Ochoa Vives, M; Hernández Abad, V; Font Andreu, J. Infraestructura y espacios virtuales para el desarrollo de la enseñanza a distancia. XIII ADM - XV INGEGRAF Congreso Internacional. Italia 2003.

Por el contrario, los sistemas abiertos quizá no tienen tanta eficiencia pero destacan por las ventajas siguientes: 1-la planificación no debe hacerse la anterioridad que requiere un sistema cerrado, 2- La inversión en la generación del material es mucho menor que los sistemas cerrados. 3- el material empleado puede ser de menor calidad y por ende es de más fácil preparación, 4- hay una dependencia mucho mayor de la formación del profesorado y de su experiencia en la elaboración de material.

XVI C. Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.

“La proyección de la idea”

El proyecto WEBD: aplicación de los gráficos WEB3D en la ingeniería.

En esta ponencia la profesora Martínez Muneta y otros²⁶¹ presentan el proyecto WEBD patrocinado por el programa de la UE Leonardo da Vinci, cuyo objetivo declarado es demostrar el beneficio de la utilización de tecnologías basadas en gráficos tridimensionales e interactivos. Se explica que se han desarrollado más 900 páginas web con unos 1.000 modelos tridimensionales. Las tecnologías WEB3D que han permitido desarrollar estos modelos dotándolos de gran realismo son agrupadas en tres grandes grupos:

- basadas en XML
- basadas en Java3D
- tecnologías propias desarrolladas por las firmas comerciales

Los autores concluyen que estas tecnologías facilitan la visión espacial de forma considerable, y son muy atractivas para el usuario, lo que permite aumentar en gran medida el aprendizaje. Se subraya la evaluación externa llevada a cabo por la Universidad Federico II de Nápoles, que ha puntuado el proyecto en 55.7 sobre 60. Por el contrario se destaca como inconveniente que *“el trabajo de modelizado es laborioso y lento y aunque estas tecnologías tienen altísimas capacidades, están en continuo cambio y desarrollo lo que provoca confusión a la hora de su aplicación”*.

Representación Gráfica de la evolución en las almazaras, entre 1850 y 1950, mediante técnicas de dibujo asistido por ordenador (DAO).

El profesor López de Herrera de la UPM y otros²⁶², exponen el DAO como una de las herramientas que ha permitido constatar la mejora en el rendimiento de la extracción y en la calidad del aceite de las almazaras se ha debido al aumento de la presión en la molid, parejo en la evolución de los diferentes tipos de molinos.

Los autores concluyen que gracias al trabajo de reconstrucción gráfica y animación de las principales prensas históricas, modeladas 3D con AutoCad y exportadas al 3DMax para realizar la animación de su funcionamiento, se ha podido conocer la evolución real de estos ingenios: *“nos ha permitido conocer los principales parámetros de funcionamiento y códigos de diseño” (...)* *“gracias a la*

²⁶¹ Martínez Muneta, ML; Romero Rey, G; Félez Mindán, J. El proyecto WEBD: aplicación de los gráficos WEB3D en la ingeniería. XVI Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.

²⁶² López de Herrera, Juan C; Gómez-Elvira González, Miguel A; Rojas Sola, José I. Representación Gráfica de la evolución en las almazaras, entre 1850 y 1950, mediante técnicas de dibujo asistido por ordenador (DAO). XVI Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.

animación podemos visualizar, reconstruir y comparar la evolución sufrida desde 1850 hasta 1950 en la industria de extracción del aceite de oliva, calcular la mejora del rendimiento y en la calidad de los aceites obtenidos.”

Estudio para el diseño de contenidos de geometría para ingenieros. Nuevos planteamientos de la ingeniería gráfica.

En 2004 los profesores Irene Sentana, Eloy Sentana y otros²⁶³ presentan los nuevos planteamientos docentes para el diseño de los nuevos planes de estudio en 2004, donde la reducción de créditos y la unificación de titulaciones en el ámbito español y europeo se concretan en los siguientes objetivos generales: 1- Establecer criterios sobre conocimientos mínimos comunes de geometría básica, 2- Proponer líneas de trabajo de comunes partiendo de las nuevas tecnologías, para poder llegar a mayor número de interlocutores, 3- Presentar una metodología para elaborar contenidos.

Estos profesores de la Universidad de Alicante, detectaron tres tipos de problemas al hacer la adecuación de los planes de estudio en 2004: 1- Problemas con el bajo nivel de geometría básica elemental de los estudiantes que ingresaban en las escuelas de ingeniería. 2- Problemas por parte de los docentes, para impartir el programa propuesto debido a los recorte de créditos y a las suposiciones de conocimientos básicos que los estudiantes no tenían. 3- Problemas por parte del estamento académico administrativo, debido al recorte de tiempo asignado al área, presionados por la compresión temporal de las carreras e incluso por otras áreas de conocimiento.

Las soluciones propuestas fueron actualizar los contenidos de las asignaturas a la realidad de la sociedad de su momento; lograr un plan de calidad que diese prestigio a la ingeniería gráfica en las escuelas y universidades; apoyarse en el desarrollo de las nuevas tecnologías, en el sentido que estas aumentarían las “posibilidades” del estudiante, que son las que se deben desarrollar en la universidad; y proponer un nuevo planteamiento de los contenidos desde el punto de vista de ingeniería gráfica por materias, estableciendo el conjunto de conocimientos de la ingeniería gráfica en las titulaciones. En esta ponencia se plantea la búsqueda de nuevos caminos de aprendizaje para la motivación de los estudiantes, recurriendo por ejemplo a la función pensante del ingeniero con la idea de “*pensar diseñando y diseñar pensando*”.

Se destacan los resultados del I Seminario sobre contenidos mínimos de geometría para ingenieros, donde se resalta la poca preparación en geometría de los alumnos que ingresan en las carreras de ingeniería, señalando como una buena

²⁶³ Sentana Gadea, Irene; Sentana Cremades, Eloy; Serrano Cardona, Canuel; Tomás Jover, Roberto; Pigem Boza, Ricardo; Gomez Gabaldón, Arquímedes; Perez Carrion, M^a Teresa; Diaz Ivorra, M^a Carmen; Ferreiro Prieto, Ignacio; Poveda Pérez, José Luis; Martinez Sentana, Alberto. Estudio para el diseño de contenidos de geometría para ingenieros. Nuevos planteamientos de la ingeniería gráfica. XVI Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.

solución (aunque limitada) la programación de cursos “0” para repasar los conceptos básicos. En una segunda parte del desarrollo del seminario se establecieron los conocimientos básicos de los contenidos debatidos en el grupo de trabajo, en gran mayoría, propios de los estudios de Bachillerato.

Programa de dibujo para la ingeniería eléctrica. Un diseño curricular.

Los profesores del colectivo gráfica de ingeniería de la Universidad de Camagüey, Ramírez Vallvey y Morciego García²⁶⁴ exponen el diseño curricular de los contenidos de la asignatura de Dibujo por medio de la estructuración lógica de estos contenidos de un nuevo plan de estudio (llamado “C”) de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Camagüey, para aumentar la calidad de la enseñanza.

Los autores exponen que al pasar de los planes de estudios “A” y “B” al plan “C” supuso una reducción de las horas de clase, y se plantearon diseñar un nuevo plan docente “perfeccionado” para mantener (e incluso elevar) la calidad de la docencia del Dibujo para Ingenieros, a pesar de la sensible reducción de horas de docencia y de contenidos programáticos. Para ello se llevaron a cabo encuestas entre los estudiantes que estaban cursando el actual plan “C” y entre ingenieros egresados de la universidad de los planes “A” y “B” sobre los contenidos más óptimos de la disciplina.

Para conseguir su objetivo, se crearon nuevos materiales didácticos, como guías de estudio para autoaprendizaje (*“la autopreparación independiente del estudiante”*) con el apoyo de las Tecnologías de la Información y las Comunicación, para facilitar el proceso de formación de habilidades en el aprendizaje autodidacta, de acuerdo con el enunciado “aprender a aprender”.

²⁶⁴ Ramírez Vallvey, Jorge; Morciego García, Carlos. Programa de dibujo para la ingeniería eléctrica. Un diseño curricular. XVI Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.

XVII C. Internacional INGEGRAF - ADM. Sevilla 2005.

“De la tradición al futuro”

Sustitución de las herramientas tradicionales de dibujo por el CAD en las asignaturas de expresión gráfica. Experiencia docente.

La implantación de los nuevos planes de estudios ha obligado a efectuar importantes cambios en las asignaturas relacionadas con la Ingeniería Gráfica, modificando contenidos y metodologías, en parte como consecuencia la reducción del número de créditos y en parte por la inclusión del Diseño Asistido por Ordenador en los descriptores de las asignaturas. En una comunicación presentada en 2005 el profesor Lorca Hernando y otros²⁶⁵ de la EUITIM exponen cuáles han sido las modificaciones de los recursos metodológicos y la influencia que esta nueva forma de trabajar ha tenido, tanto para alumnos como para profesores.

La primera consecuencia de la implementación del CAD que se destaca, es el problema administrativo de tener que reducir el número de alumnos por grupo, pues estos están limitados por el número de ordenadores por aula informática. De forma contraria esto supone una ventaja para el aprendizaje, puesto supone una relación mucho más directa profesor-estudiante. Con la modificación del plan de estudios, se equiparon más laboratorios de CAD, y se contrató a un técnico para su mantenimiento y gestión.

El uso de una herramienta CAD supone un incremento en el rendimiento de los alumnos, manifestado en la rapidez y precisión con la que realizan sus prácticas. El alumno es el protagonista del proceso de aprendizaje.

Para la evaluación de los exámenes *“es absolutamente imprescindible establecer criterios de corrección uniformes para todos los profesores”* ello se solucionó manteniendo reuniones previas para la puesta en común de los ejercicios planteados en los exámenes y fijar los criterios de corrección. La nota se completa con una evaluación continua realizando pruebas evaluables intermedias. Se destaca que se ha comprobado la fiabilidad de la seguridad de los soportes informáticos.

Las consecuencias a las que llegan los autores son que el alumnado cree innecesarias las clases de teoría, es consciente de las carencias de formación en Ingeniería Gráfica con las que accede a la universidad, y valora el esfuerzo en infraestructuras y recursos llevado a cabo por la universidad para adecuarse a este nuevo enfoque metodológico.

²⁶⁵ Lorca Hernando, Pedro José; Merino Egea, Manuel; Recio Díaz, M. Mar; Ocaña López, Rosa; Vicario López, José. Sustitución de las herramientas tradicionales de dibujo por el CAD en las asignaturas de expresión gráfica. Experiencia docente. XVII Congreso Internacional INGEGRAF - ADM. Sevilla 2005.

Estudio del sistema diédrico mediante un tutorial multimedia.

Los profesores Blanco Caballero y otros²⁶⁶ de la universidad de Valladolid exponen el uso de un sistema multimedia para mejorar el aprendizaje del sistema diédrico. Se parte de la afirmación que el número de aprobados y presentados en las asignaturas de ingeniería gráfica esta apreciablemente por debajo de otras asignaturas de la universidad, y lo atribuyen a la dificultad intrínseca de la materia, a la preparación previa de los alumnos, y sobre todo a las dificultades didácticas de la enseñanza tradicional (apuntes y pizarra). Por eso proponen un sistema multimedia de aprendizaje, una animación interactiva dotada de la posibilidad de responder a las elecciones del usuario, dándole el control sobre la animación.

Los autores proponen liberar al profesor y a los estudiantes de la esclavitud de la pizarra y los apuntes estáticos, pero manteniendo los mismos contenidos tradicionales.

²⁶⁶ Blanco Caballero, M; Martín Panero, A; Prádanos Del Pico, R; Rodríguez Ovejero, Q; Sanz Arranz, J; Parra Gonzalo, E; San Martín Ojeda, M; Serrano Sanz, J. Estudio del sistema diédrico mediante un tutorial multimedia. XVII Congreso Internacional INGEGRAF - ADM. Sevilla 2005.

XVIII C. Internacional Ingeniería Gráfica. Barcelona 2006.

“Diseño e innovación”

Campus virtual en la docencia de expresión gráfica en la ingeniería en la universidad de La Laguna.

Para el profesor Martín Gutiérrez y otros²⁶⁷ la docencia universitaria se encuentra periódicamente con diferentes fases de modificaciones; en la ponencia presentada en INGEGRAF 2006 los autores identifican tres factores de cambio: “el nuevo modelo educativo diseñado por el Espacio Europeo de Educación Superior, la exigencia social de incorporación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación a la universidad, la necesidad de mejorar la calidad universitaria”. Esto provoca el planteamiento de nuevas tareas para el docente en tres ámbitos: la planificación docente, la metodología docente y la evaluación de los resultados.

En la Universidad de La Laguna se propusieron crear un campus virtual de apoyo a la docencia, pretendiendo empezar a valorar no sólo las tecnologías disponibles, sino también las modificaciones metodológicas que implica el uso de una plataforma, y como conocer sus limitaciones o problemas. La elección de la plataforma MOODLE vino avalada por un estudio coordinado por el CENT (centro de educación de las nuevas tecnologías) de la Universidad Jaume I, en el que se destacaban sus funcionalidades didácticas, el índice de usabilidad, y el grado de apertura y dinamismo de la plataforma. Estos profesores explican que MOODLE (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment, entorno de aprendizaje dinámico orientado a objetos y módulos) es un paquete de software para la creación de cursos y sitios Web en Internet, basado en una determinada filosofía de aprendizaje denominada “pedagogía constructorista social” cuyos cuatro conceptos principales son: 1- La gente construye activamente nuevos conocimientos a medida que interactúa con su entorno. 2- El aprendizaje es particularmente efectivo cuando se construye algo que debe llegar otros. 3- Un grupo social crea colaborativamente una pequeña cultura de artefactos compartidos con significados compartidos. 4- Una parte de comportamiento conectado en una comunidad de aprendizaje es un potente estimulante para aprender, aglutinando a la gente y promoviendo una reflexión profunda, un replanteando de las propias opiniones y puntos de vista.

Para estos profesores el uso de un campus virtual aúna un grupo de ventajas: 1- el profesor dispone de un listado actualizado de los alumnos del curso, así como de un sistema de comunicación seguro; los alumnos son hábiles en el manejo de las herramientas y aplicaciones ofimáticas. 2- Facilidad en la gestión de tareas y exámenes y sus respectivas evaluaciones, permitiendo controlar la entregas de forma clara y concisa. 3- Posibilidad de usar exámenes tipo test que se

²⁶⁷ Martín Gutiérrez, Jorge; Martín Dorta, Norena; Saorín Pérez, José Luis; Acosta González, Montserrat. Campus virtual en la docencia de expresión gráfica en la ingeniería en la universidad de La Laguna. XVIII Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Barcelona 2006.

corrigen de forma automática y publican la nota de forma inmediata. 4- Gran facilidad de comunicación en ambas direcciones, profesor y alumno. Entre los inconvenientes destacan: 1- el olvido de la contraseña de acceso por parte de los alumnos imposibilita el seguimiento al día del curso. 2- el sistema de plataforma virtual funciona adecuadamente cuando hay un seguimiento continuado (y aportaciones) de los profesores, lo que lo hacen inviable para grupos superiores de 50 alumnos.

La conclusión de los autores es que: “para sacarle todo el partido a una plataforma virtual, hay que replantearse las metodologías docentes y adaptarlas adecuadamente a las virtudes y limitaciones de la herramienta seleccionada. Si este proceso no se realiza, el uso de la plataforma puede convertirse en un lastre más que en una ayuda”.

Entorno multimedia para uso docente en materias de expresión gráfica.

En Barcelona 2006, los profesores Álvarez Peñín y otros²⁶⁸ exponen las características de la herramienta informática AIMECDT-3D desarrollada en su departamento, que surge con importantes expectativas para consolidarse como una herramienta de ayuda para el autoaprendizaje del alumno (de forma autónoma, progresiva e individualizada), y también como un medio para facilitar al profesor universitario el trabajo que supone la docencia, sobretodo en cuanto a la gestión y corrección de ejercicios.

El AIMECDT-3D consta de ocho módulos: “*Estado, Resolución, Gestión de Ejercicios, Gestión de Alumnos, Impresión, Estadísticas, Encuestas y Comunicación*”. Se destaca, entre otras ventajas, que toda la información que genera el alumno al realizar los ejercicios queda almacenada en una base de datos para su posterior tratamiento en otros módulos de la aplicación. Además la propia aplicación se encarga de corregir el ejercicio y asignarle una nota (destacando los errores cometidos), con el ahorro de tiempo que esto supone para el profesor, que puede dedicarse a la gestión del conocimiento adquirido. En el módulo de comunicación el alumno puede consultar al profesor dudas, del mismo modo que el profesor puede colgar información personalizada.

La experiencia docente que llevaron a cabo estos profesores en la asignatura de Dibujo Asistido por Computador, de tercer curso de Ingeniería Superior Industrial, consistió en dividir en dos grupos a los alumnos, uno aplicando el curso AIMECDT-3D, y otro con una programación más convencional, y al finalizar el curso pasar un cuestionario sobre interés e importancia sobre el uso de herramientas de CAD, destacando positivamente las respuestas muy por encima el grupo AIMECDT-3D, concluyendo los autores que “*el uso de esta aplicación*

²⁶⁸ Álvarez Peñín, Pedro Ignacio; Pando Cerra, Pablo; García Díaz, Rafael Pedro; Pérez Morales, Máximo. Entorno multimedia para uso docente en materias de expresión gráfica. XVIII Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Barcelona 2006.

multimedia puede ser un complemento importante para la docencia de Dibujo Asistido por Computador en tres dimensiones a nivel universitario”.

Proyecto universidad-empresa: diseño de nueva gama de Putters mediante ingeniería inversa.

Estos profesores²⁶⁹ del departamento de de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería de la UPV-EHU exponen en esta ponencia como han trabajado para aumentar sus conocimientos técnicos en procesos de diseño con Ingeniería Inversa. Dentro del Laboratorio de Diseño de Producto han analizado de forma crítica las nuevas versiones del software de diseño y las máquinas de digitalizado y prototipado rápido de más alto nivel.

El equipo de investigación del Laboratorio de Diseño de Producto afirma que es clave para el sector productivo mejorar las herramientas y la metodología, por ello la ingeniería inversa cada vez tiene más importancia en los procesos de diseño. Se asegura que la ingeniería inversa se debe abordar de forma multidisciplinar ya que abarca aspectos relacionados no sólo con el diseño *“sino también la medición, la fabricación y la integración de la información en la empresa”.*

La implantación de un proceso de diseño mediante Ingeniería Inversa supone un proyecto ambicioso en el que se van introduciendo desde la conceptualización de piezas hasta la modelización CAM de forma gradual.

Los autores definen la Ingeniería Inversa como *“la parte de la ingeniería que se encarga de la reproducción exacta de un modelo físico ya existente. Para ello se invierte el orden lógico del diseño, empezando por lo tangible para llegar a lo abstracto y posteriormente reproducirlo de nuevo”.*

²⁶⁹ Minguéz Gabiña, Rikardo; Muniozgueren Colindres, Javier; Arias Coterillo, Agustín; Barrenetxea Apraiz, Lander; Sierra Uria, Egoitz. Proyecto universidad-empresa: diseño de nueva gama de putters mediante ingeniería inversa. XVIII Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Barcelona 2006.

XIX Congreso INGEGRAF. Perugia 2007.

“De la idea al producto: la representación como base para el desarrollo y la innovación”

Integración del Diseño Asistido y las TIC en la Ingeniería Gráfica.

Para el profesor Jordi Font y otros²⁷⁰, los nuevos planes de estudio han llevado apareado una pérdida de horas lectivas, y la solución desde el profesorado ha consistido en *“adaptar los objetivos, los contenidos y la metodología docente a las nuevas circunstancias”*. Ello ha llevado implícito la diversificación de las Aplicaciones Didácticas Interactivas, la formación del profesorado y la adaptación a las demandas legislativas del EEES. Los autores destacan que los objetivos del área han conservado las líneas históricas: *“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”*. El uso de programas informáticos de diseño asistido por ordenador ha permitido mantener los objetivos a pesar de la reducción del encargo docente en forma de horas de clase (tanto teóricas como prácticas)

La reducción de créditos troncales ha estado compensada por un aumento de las asignaturas optativas, mayoritariamente de Diseño Asistido por Ordenador, que han permitido un trabajo mucho más eficiente, sin menoscabo del interés que despiertan las nuevas tecnologías en los estudiantes.

Se destacan los factores que pueden incidir en los objetivos y contenidos del Área de Ingeniería Gráfica: *“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, las nuevas tecnologías, TIC y ADI, los planes de estudio y el encargo docente”*. La integración de las tecnologías en la Ingeniería Gráfica, se remonta a las primeras aportaciones de 1987 cuando los profesores Álvarez Peñín y otros²⁷¹ ya presentaron un estudio de los orígenes de la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) en el área de conocimiento.

En conclusión, para el autor, el uso del DAO y las Tecnologías de la Información y la Comunicación han favorecido el nuevo concepto de enseñanza-aprendizaje. Se han buscado nuevas metodologías para facilitar el aprendizaje y optimizar el tiempo necesario para impartir la docencia, incorporando en la metodología la utilización de Aplicaciones Didácticas Interactivas, reduciendo el tiempo requerido para la exposición teórica, mejorando la solución del desarrollo de los problemas, aportando nuevas herramientas de modelado, construcción, y

²⁷⁰ Font Andreu, Jordi; Hernández Abad, Francisco; Ochoa Vives, Manuel; Hernández Abad; Vicente. Integración del Diseño Asistido y las TIC en la Ingeniería Gráfica. XIX Congreso INGEGRAF. Perugia 2007.

²⁷¹ Álvarez Peñín, PI.; López Brugos, JA.; García Díaz, RP.; 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. Málaga 1998. Actas del X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.

visualización, que han favorecido la docencia y el aprendizaje. Finalmente se destaca que la innovación didáctica es un perfecto vehículo para la mejora de la Calidad Docente.

Análisis del rendimiento de un programa de CAD-3D modular orientado al autoaprendizaje.

El profesor de la Universidad de Oviedo, Álvarez Peñín²⁷² presenta el experimento llevado a cabo en la Universidad de Gijón con alrededor de 100 alumnos del tercer curso de Ingenieros Industriales de en la que se procedió a la comparación de la herramienta de CAD-3D propia AIMECDT-3D con la aplicación comercial AutoCAD. Las pruebas abarcaron multitud de aspectos (interfaz, dificultad y tiempo empleado en la realización de ejercicios, métodos de enseñanza) destacando que *“los resultados alcanzados lo hacen idóneo para su empleo en la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje”*.

De entre las características del AIMECDT-3D, los autores destacan su modularidad, que potencia el carácter didáctico de la aplicación, pues permite un aprendizaje progresivo y continuado de las diferentes herramientas. Se resalta que en ningún momento se ha intentado competir con otros sistemas CAD comerciales a nivel profesional, tan solo se buscaba desarrollar un mecanismo que facilitara la enseñanza del Dibujo Asistido por Computador en tres dimensiones de la forma más eficiente posible. Se llega a la conclusión que puede desarrollarse otros programas para la mejora docente.

Pensamiento Crítico para el Pensamiento Gráfico.

El profesor Cañas²⁷³ de la UPM, define el Pensamiento Crítico como un proceso que es a la vez reflexivo e imaginativo *“cualidades imprescindibles en todo proceso de diseño”*. Se propone usar el Pensamiento Crítico (PC) para mejorar el Pensamiento Gráfico (PG) según una metodología de enseñanza de la ingeniería que relacione ambos conceptos. Para ello estudia una herramienta esencial dentro del proceso de diseño: el diagrama como manera de proyectar.

Según define Cañas basándose en Paul-Elder *“el PC es ese modo de pensar según el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes al acto de pensar y someterlas a estándares intelectuales”*. El PG es descrito como *“el razonamiento que tiene lugar dentro de un proceso de diseño”*. Es un tipo de dibujo que sirve como un medio para descubrir, y no como

²⁷² Álvarez Peñín, Pedro I.; Pablo Pando Cerra. Rafael P. García Díaz. Análisis del rendimiento de un programa de CAD-3D modular orientado al autoaprendizaje. XIX Congreso INGEGRAF. Perugia 2007.

²⁷³ Cañas, Ignacio; Bayod, Carlos; Velilla, Cristina; de San Antonio, Carlos. Pensamiento Crítico para el Pensamiento Gráfico. XIX Congreso INGEGRAF. Perugia 2007.

una forma de expresión artística. *“El éxito del PG en el proceso de diseño radica precisamente en el constante flujo de información que se da entre la mente del diseñador y la imagen dibujada”*. El PC permite 1-elaborar un juicio respecto a las variables que identifican el problema, 2- efectuar una evaluación de las posibles soluciones, y 3- emitir una conclusión.

El diagrama se define por su utilidad, por lo que engloba toda técnica y admite cualquier lugar dentro del proceso de diseño. Es una técnica abstracta que trabaja mediante la reducción, la abstracción y la representación. Para Cañas el diagrama es:

- un instrumento de restitución, en tanto que sustituye al proyecto en su totalidad, lo traduce, lo describe.
- una herramienta autosuficiente, porque es capaz de contener toda la complejidad del proyecto.
- un mecanismo de intelecto tanto como imagen final de la ingeniería.

En conclusión *“la utilización del diagrama como elemento sintetizador del diseño, se describen tres características que definen el proceso proyectual contemporáneo: comunicable, optimizable y evaluable. El diagrama contemporáneo debe operar en torno a estos conceptos para convertirse en una herramienta que sea capaz de restituir eficazmente la realidad a la que da respuesta.”*

20 C. Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

Ingeniería Gráfica = Imaginar + Desarrollar

El desafío de la ingeniería gráfica ante el nuevo sistema universitario del siglo XXI.

En el XX Congreso INGEGRAF Irene Sentana²⁷⁴ y otros profesores del Departamento de Expresión Gráfica y Cartografía de la Universidad de Alicante presentan una ponencia donde se plantean las preguntas necesarias para resolver adecuadamente el reto de configurar los criterios y contenidos que se tendrán que impartir en los nuevos planes de estudio. Como condicionantes que influyen en el diseño destacan las disposiciones legales de obligado cumplimiento (reales decretos 1393/2007, 49/2004, 55/2005 y 56/2005); la aparición de Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), como organismo de control de la calidad en el diseño de los planes de estudio; la modificación del paradigma, del antiguo que implicaba un énfasis en la adquisición y transmisión del conocimiento, al nuevo paradigma enseñanza-aprendizaje; los nuevos conceptos que hay que tener en cuenta (destrezas y competencias).

Los autores destacan que existen puntos negativos de partida por parte de los docentes: resistencia al cambio, inexperiencia en la búsqueda de modelos apropiados, abandono de la profundidad del razonamiento a favor de la utilización de programas de dibujo.

Se destaca como idea positiva, el pensamiento de crear un grado común de ingeniería gráfica para todas las ingenierías y se perfilan los conocimientos básicos para este curso genérico: conocimientos mínimos de geometría métrica, conocimientos básicos de sistema diédrico, normalización de dibujo industrial y fundamentos de perspectivas axonométricas.

Competencias en dibujo de ingeniería industrial demandadas por las empresas del País Vasco y acciones de mejora propuestas en respuesta al Espacio Europeo de Educación Superior.

El profesor Ortega Arceo y otros²⁷⁵ explican en un artículo de 2008 la metodología usada para poder consultar a las pymes del sector industrial del País

²⁷⁴ Sentana Gadea, Irene; Sentana Cremades, Eloy; Gutiérrez Diego, Yolanda; Poveda Pérez, José Luís. El desafío de la ingeniería gráfica ante el nuevo sistema universitario del siglo XXI. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

²⁷⁵ Ortega Arceo, José Miguel; Urraza Digón, Guillermo; Doria Iriarte. Competencias en dibujo de ingeniería industrial demandadas por las empresas del País Vasco y acciones de mejora propuestas en respuesta al Espacio Europeo de Educación Superior. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

Vasco que competencias crean necesarias para los ingenieros egresados de la universidad.

Se destacan los resultados referidos a 7 competencias básicas que para los autores son: *“C1 Aplicar con habilidad y destreza los programas de DAO/CAD; C2 Aplicar la capacidad espacial a la resolución de problemas técnicos; C3 Capacidad de realización e interpretación de planos normalizados del Dibujo de Ingeniería Industrial; C4: Aplicar las habilidades de investigación y creatividad al diseño industrial; C5: Capacidad para explorar las fuentes de información, exponiendo, y justificando de forma gráfica, oral y escrita los aspectos relacionados con la realización e interpretación de los documentos gráficos; C6: Capacidad para trabajar en equipo que facilite el desarrollo de los conocimientos con un intercambio cultural crítico y responsable; C7: Adoptar una actitud favorable hacia el aprendizaje en la profesión mostrándose proactivo, participativo y con espíritu de superación”*

El cuestionario demanda “Formación Adquirida”, “Formación Necesaria” para cada una de las competencias y de él se deduce el “Diferencial” en la susodicha competencia.

En base al análisis de los resultados obtenidos en las competencias demandas los autores establecen las conclusiones que los sitúan en el marco competencial propuesto por el Espacio Europeo de Educación Superior: Es necesaria una gestión integral del conocimiento; las competencias a desarrollar por los docentes en Dibujo de Ingeniería deben conectar con la realidad empresarial; hay que formar equipos de trabajo en donde la creatividad grupal contribuya a un fortalecimiento de la inteligencia emocional; las competencias relacionadas con el con el DAO, creatividad en el diseño deben de procurar realizar una gestión integral de los conocimientos implicados.

Reflexión sobre Expresión Gráfica en el Espacio Europeo (declaración de Bolonia y RD. 1393/2007).

En la ponencia presentada por Belen Moreu y Eduardo Moreu²⁷⁶ analizan el alcance y la viabilidad de la declaración de Bolonia y el Decreto 1393/2007 para el establecimiento de los estudios superiores en general y para el desarrollo del área de Ingeniería Gráfica en particular. Se destacan los diferentes documentos hasta la llegada al EEES (Declaración de la Sorbona 1998, Declaración de Bolonia 1999, Declaración de Praga 2001 y Conferencia de Berlín 2003) y sus principales aportaciones.

En el artículo se lleva a cabo una interpretación estructura del RD.1393/07 para las enseñanzas de Ingeniería Gráfica recogidas en el anexo II del RD, *“como objeto de debate para la consecución de una formación adecuada de los nuevos profesionales en los campos del conocimiento de la expresión gráfica”* llevando a

²⁷⁶ Moreu de Cózar, Belén; Moreu Jalón, Eduardo. Reflexión sobre Expresión Gráfica en el Espacio Europeo (declaración de Bolonia y RD. 1393/2007). 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

cabo una propuesta en forma de materias básicas, créditos ECTS y horas (porcentuales) tanto para el grado como para el nivel de máster.

Implantación y adaptación del “modelo de liderazgo situacional” a la enseñanza en el área de expresión gráfica.

El profesor Fuente y otros²⁷⁷ destacan que *“en el Área de Expresión Gráfica, la continua reducción de créditos presenciales y la consideración didáctica del trabajo no presencial de los alumnos, hace inevitable la adopción de nuevas metodologías didácticas y la utilización de todos los medios a nuestro alcance destacando entre ellos las nuevas herramientas informáticas y el modelo de “liderazgo Situacional”*

Los autores explican las 4 diferentes etapas en función del comportamiento directivo y el comportamiento de apoyo como modelo teórico.

En este artículo aparece explicado el proceso de incorporación del DAO a las asignaturas de nuestra área de conocimiento. Con la puesta en marcha del plan de estudios de 1993 surgieron las asignaturas de “Diseño Asistido por Ordenador”. Inicialmente fueron implantadas como asignaturas independientes, que se limitaban a iniciar al alumno en el funcionamiento de un determinado programa, sin una relación directa con el resto de las asignaturas del “Área de Expresión Gráfica”, cuando en realidad los contenidos de las mismas constituyen una herramienta imprescindible, para abordar el estudio del resto de las asignaturas del área de Ingeniería Gráfica. Esto supuso, a criterio de los autores, una devaluación de las mismas, de modo que su principal preocupación fue *“cambiar la motivación de los alumnos hacia las asignaturas de CAD”* mediante la teoría del “liderazgo situacional”, motivado por: ser asignaturas de nuevo cuño difícilmente evaluables por el método del examen final; ser grupos reducidos; la existencia de gran cantidad de grupos y bastante homogéneos; permitir ver la evolución temporal de los diferentes grupos; y tratarse de asignaturas muy atractivas para los alumnos motivados.

El sistema de evaluación ha sido continuado, facilitado gracias al uso de plataformas de apoyo la docencia. Los resultados positivos han sido: paso de un 50% a un 90% de nivel de asistencia, aprendizaje “a fondo” de los programas de CAD (niveles de contenido muy superior a anteriores etapas), mantenimiento del nivel de aprobados en el 90% (aun habiendo aumentado los niveles de exigencia académica. Para los autores *“la enseñanza, al igual que otras profesiones vocacionales, debe ser un proceso en constante evolución y revisión, tratando de utilizar todas las herramientas existentes para llegar mejor a nuestros alumnos y conseguir un mayor grado de motivación y formación integral de los alumnos”* ellos lo han conseguido adaptando el liderazgo a cada situación.

²⁷⁷ Fuente Fernández, J.; Pérez Manso, A. Santos Pera, JA. Lecubarri Alonso, I. Implantación y adaptación del “modelo de liderazgo situacional” a la enseñanza en el área de expresión gráfica. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

Formación a través de plataformas virtuales.

Para los profesores Zurita y otros²⁷⁸ el uso de plataformas virtuales permite aumentar calidad de la docencia, tanto a nivel de exigencia como de resultados: *”En cuanto a rendimiento docente, ha permitido aumentar el programa de la asignatura y el número de ejercicios y nivel de dificultad de los mismos sin mermar de forma significativa los resultados académicos. La evolución de los resultados académicos muestra, que con el uso de la plataforma virtual, se ha reducido el porcentaje de alumnos no presentados, (40%- >35%), se ha reducido el número de suspensos (11,5% -> 8,5%) y un incremento de la notas medias (evolución de notables 15,3 ->18,6). Y todo ello (...) aumentando los contenidos de la materia y la dificultad de los exámenes.”*

Ayuda al aprendizaje: la inyectora virtual.

La profesora Rodríguez²⁷⁹ presenta el desarrollo una herramienta informática del GIG de la ETSIIM enfocada a mejorar la calidad de la enseñanza mediante técnicas de realidad virtual. Se presenta como complemento para ampliar y reforzar la gama de recursos que el alumno dispone para adquirir conocimientos prácticos en inyección de plásticos.

La autora afirma que la utilización en el ámbito de la formación *“de herramientas informáticas con visuales muy elaborados es cada vez más frecuente”*. El fin de la generación de una nueva herramienta informática es optimizar la consecución de la puesta en práctica de la selección de condiciones de trabajo de forma sencilla, rápida y económica.

Se ha optado por una aplicación compuesta por un asistente visual que guía al alumno a través de la simulación del proceso y proporciona un entorno de trabajo amigable. La modificación de los parámetros de presión, temperatura y tiempo que se introducen son críticos ya que los defectos dependen de ellos. Como resultado de esta selección, la aplicación ofrece al usuario los defectos asociados, y éste a su vez puede introducir nuevos valores obtener mejores resultados, mejorando así el retorno de aprendizaje al alumno. Se puede repetir el proceso hasta encontrar el ajuste idóneo de los parámetros. Se valora positivamente la experiencia.

²⁷⁸ Zurita de la Vega, Eduardo; Tato Sánchez del Valle, Patricia. Formación a través de plataformas virtuales. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

²⁷⁹ Rodríguez Villagrà, María; Martínez Muneta, María Luisa; Marquez, J.J; Carretero Díaz, Antonio. Ayuda al aprendizaje: la inyectora virtual. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

Detección, diferenciación y digitalización automática de cubiertas vegetales en entornos urbanos a través de imágenes en espectro visible e infrarrojo.

Ángela Alonso de Seresco SA y varios profesores de la universidad de Oviedo²⁸⁰ exponen en este trabajo como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en una herramienta de gestión y análisis “*indispensable*” para empresas y administraciones que trabajan con el territorio. Se destaca que en el desarrollo de los SIG una de las fases más complejas es la digitalización de imágenes para convertir la información cartográfica ráster en vectorial.

Se muestra un sistema automático basado en el uso combinado de imágenes en espectros visible e infrarrojo próximo, capaz no sólo de detectar y delimitar las cubiertas vegetales, “*sino que permite identificar su estado de salud y el tipo de especie por su variedad cromática, generando una herramienta útil tanto, en el ámbito de la ordenación urbanística como en el de la gestión medioambiental urbana*”.

Entorno de simulación didáctico de una Ingeniería Técnica Industrial.

En esta comunicación el profesor Ubieto y otros²⁸¹ de la Universidad de Zaragoza exponen el trabajo realizado por los profesores del área “Expresión Gráfica en la Ingeniería”, de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza, en el desarrollo de un Entorno de Simulación Didáctico de lo que será el puesto de trabajo del alumno en una ingeniería, y lo relacionan con “*el trabajo de diseño y presupuesto de la Oficina Técnica, el proceso de producción, con el acopio de material y la gestión de almacén, y la gestión del departamento de administración*”. Se expone como se está adaptando un Sistema de Gestión de Proyectos Industriales, desarrollado por los profesores, como herramienta de motivación docente.

²⁸⁰ Alonso, Ángela; De Cos, Javier; Ortega Fernández, Francisco; García, Rubén; Bello, Antonio. Detección, diferenciación y digitalización automática de cubiertas vegetales en entornos urbanos a través de imágenes en espectro visible e infrarrojo. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

²⁸¹ Ubieto Artur, Pedro; García Hernández, César; Callejero Cornao, Bernardino; Cebollada Pras, Fernando; Fernández Sora, Alberto; Ibáñez Carabantes, Pedro. Entorno de simulación didáctico de una Ingeniería Técnica Industrial. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

Implantación de metodologías activas basadas en la materialización mediante maquetas de proyectos de ingeniería, con contenidos transversales.

En este trabajo, el profesor Aliaga y otros de la UPM²⁸² proponen el aprendizaje cooperativo en el aula, mediante la construcción de maquetas, como mecanismo de mejora de la calidad docente en Ingeniería Gráfica en la UPM, puesto que estos profesores constatan (mediante pruebas evaluatorias) que en los alumnos de nuevo ingreso de la UPM, el nivel de razonamiento espacial está muy por debajo del razonamiento abstracto, del razonamiento numérico, y del razonamiento verbal.

Se destacan dos ventajas de sus experiencias. Las enseñanzas de los profesores Bará y Valero en sus talleres de formación, resaltando que el aprendizaje cooperativo cambia el escenario y amplía el objetivo, se pasa del *“tienes que formarte para toda la vida”* al *“toda la vida formándote”*. En cuanto a la transversalidad, este entorno de aprendizaje permite trabajar de forma sincrónica con otras materias de ingeniería, estando en sintonía con Puig Adam²⁸³ *“la formación del técnico consiste en aprender a ver y a pensar. (...) Aprender a ver el contenido matemático abstracto de los hechos reales, y a proyectar en el campo concreto los resultados de los razonamientos abstractos”*.

²⁸² Aliaga Maraver, José Juan; Casati, María Jesús; Rúa, José Jaime. Implantación de metodologías activas basadas en la materialización mediante maquetas de proyectos de ingeniería, con contenidos transversales. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

²⁸³ Puig Adam, P. Curso de Geometría Métrica. Tomo I y II. Biblioteca Matemática, Madrid, 1952.

C. Internacional XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

“Caminando desde la idea hacia las alternativas del diseño”

Competencias, troncalidad y propuesta de asignaturas en Expresión Gráfica y Geomática para los nuevos Planes de Estudios de la Universidad X.

En este artículo presentado en Lugo 2009, la profesora Garcia-Garcia²⁸⁴ explica un procedimiento para la realización de los nuevos planes de estudio del EEES respecto a toda el área de ingeniería gráfica de una universidad X con diferentes titulaciones. Un aspecto importante es la afirmación *“pero lo más interesante es que las mayores diferencias no surgen de la especificidad de la titulación, sino de un enfoque muy distinto del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Expresión Gráfica”* con lo que constata que el área es más homogénea de lo que las diferentes titulaciones que imparte puede suponer, y que el hecho que la hace diferente son las diferentes estrategias de los docentes de cada titulación.

Se presentan las 3 competencias iniciales que según refiere la autora el conjunto de los participantes consensuó necesarias para una de las asignatura del área: *“Competencia 1: Dominar técnicas necesarias para desarrollar el razonamiento gráfico para realizar adecuadamente planos, gráficos o esquemas. Competencia 2: Leer o interpretar un plano, gráfico o esquema de ingeniería. Competencia 3: Dominar técnicas de D.A.O. que permitan elaborar planos gráficos o esquemas en el ámbito de la ingeniería”* Y se destacan las nuevas competencias propuestas por el grupo: *“Competencia 4. Ser capaz de resolver problemas técnicos de ingeniería de forma eminentemente gráfica. Competencia 5. Ser capaz de realizar e interpretar información en modo gráfico, posibilitando la comunicación entre técnicos. Competencia 6. Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la ingeniería industrial en sus actividades profesionales. Competencia 7. Demostrar visión espacial y capacidad para distinguir y utilizar las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y descriptiva, como aplicaciones DAO/CAD. Capacidad de interpretación y representación de planos para proyectos de ingeniería. Competencia 8. Levantamiento de planos para la realización de proyectos.”*

A destacar la tabla-formulario inicial para sondear a los participantes en el proceso, donde se destacan los diferentes conocimientos-destrezas relacionándolos con la implicación, el número de ECTS, la posibilidad de posgrado, la troncalidad y el método de aprendizaje.

García-García llega a la conclusión de un comportamiento homogéneo del área *“parece posible establecer un elevado grado de acuerdo respecto a materias troncales”* a pesar de destacar la especificidad de las materias impartidas en

²⁸⁴ Garcia-Garcia, María Jesús. Competencias, troncalidad y propuesta de asignaturas en Expresión Gráfica y Geomática para los nuevos Planes de Estudios de la Universidad X. Congreso Internacional Conjunto XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

posgrados. Destaca que las mayores diferencias no radican en la especificidad de la titulación, sino en el enfoque distinto del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Análisis de los recursos y actividades propios de la plataforma virtual MOODLE, para su utilización como apoyo a la docencia presencial de expresión gráfica en la ingeniería.

Para Zulueta²⁸⁵ y otros profesores de la Universidad de Valladolid, es importante destacar que el cambio del paradigma docente “*de la enseñanza al aprendizaje*” no suponga una merma en la calidad de la docencia. Los autores afirman que es necesario usar la tecnología como herramienta y no como un nuevo recurso “*la idea de aula virtual como una herramienta de apoyo a la docencia presencial, pues no constituye en sí misma un recurso con el que elaborar conocimiento, sino que realiza una función de vehículo de intercambio de información relevante para el curso, elaborando un modelo semipresencial de enseñanza adaptado y conveniente a los ECTS*”

En el artículo se explica brevemente la aplicación de la herramienta MOODLE en la docencia de la asignatura de “Expresión Gráfica”, destacando la ausencia de problemas en los niveles I y II (uso de herramientas TIC) para grandes grupos de alumnos pero no para niveles III (identificados con la WEB 2.0) “*comienza a ser un problema un número elevado de alumnos por profesor, debido al grado de atención que el sistema requiere*” a pesar del reconocido aprendizaje autónomo que provoca en el alumnado.

Desarrollo de una propuesta metodológica, para evaluar la docencia de la asignatura Sistemas de Información Geográfica, basada en el modelo de Rasch.

El profesor Rebollo²⁸⁶ plantea mejorar la eficiencia de la docencia mediante una propuesta metodológica basada en resultados obtenidos por alumnos en los exámenes, para conocer las causas que provocan el grado de dificultad. Dicha metodología está basada en el modelo de Rasch, que permite:

- identificar las materias de la asignatura que han sido superadas por el mayor y menor número de alumnos examinados, mediante la obtención de una

²⁸⁵ Zulueta Pérez, Patricia; Delgado Urrecho, Javier; Geijo Barrientos, José Manuel. Análisis de los recursos y actividades propios de la plataforma virtual MOODLE, para su utilización como apoyo a la docencia presencial de expresión gráfica en la ingeniería. Congreso Internacional Conjunto XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

²⁸⁶ Rebollo Castillo, Fco. Javier; Álvarez Martínez, Pedro. Desarrollo de una propuesta metodológica, para evaluar la docencia de la asignatura Sistemas de Información Geográfica, basada en el modelo de Rasch. Congreso Internacional Conjunto XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

medida. Discriminar que alumnos son los que han superado un determinado número de cuestiones, y facilitar el perfil de los que han obtenido mejor medida.

- proporcionar que materia y alumnos cumplen las expectativas, identificando las causas que producen el comportamiento anómalo tanto de las materias como de los alumnos. Esta información es de gran relevancia para de estructurar las partes que conforman la asignatura conforme al grado de dificultad.

Cuando puntuamos un examen podemos conocer que alumnos dominan la materia, pero no el grado de dificultad de las cuestiones del examen. En la metodología desarrollada por Rebollo, la variable latente *dificultad/habilidad* está definida por un conjunto de ítems (cuestiones evaluadas en los exámenes). El conocimiento de la materia puede visualizarse como una línea con una dirección a lo largo de la cual se sitúan las cuestiones y los alumnos. A medida que un alumno esté situado más a la derecha de la línea, implicará más conocimiento de la asignatura. Se trata entonces de encontrar una manera de establecer la ubicación apropiada de las cuestiones planteadas a lo largo de la línea en términos de la respuesta de los alumnos, representando de forma simultánea el grado de conocimiento de los alumnos en la asignatura respecto de la dificultad de las cuestiones planteadas y viceversa.

La capacidad de Visión Espacial en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior.

El profesor Martín²⁸⁷ plantea una reflexión sobre materiales y plataformas más apropiados para mejorar la capacidad de Visión Espacial de los alumnos de acuerdo a la metodología planteada por el EEES.

La capacidad espacial está definida como una construcción psicológica cognitiva, basada en dos habilidades:

- Relación espacial (o rotación mental): la velocidad con que se pueden rotar mentalmente formas simples.
- Visualización espacial: la habilidad para gestionar mentalmente formas complejas.

Las habilidades espaciales pueden mejorar mediante un entrenamiento específico. Las metodologías utilizadas son: ejercicios de bocetado a lápiz, plataformas multimedia, plataforma web, videojuegos, realidad virtual, realidad aumentada, software específico. En Ingeniería se han utilizado contenidos de geometría descriptiva, vistas normalizadas, y modelado tridimensional, con el objetivo de mejorar las capacidades espaciales de los estudiantes.

²⁸⁷ Martín, J; Martín N; Saorín J.L.; Contero N.; Navarro L. La capacidad de Visión Espacial en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior. Congreso Internacional Conjunto XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

Martín destaca la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, del BOE, según la cual, las titulaciones de ingeniería tendrán que dotar a los estudiantes de *“Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador”* para afirmar que las herramientas CAD no pueden sustituir los conocimientos de geometría descriptiva.

El Grupo de Investigación en Habilidades Espaciales (DEHAES) llega a la conclusión que las diferencias entre las diferentes metodologías de aprendizaje son mínimas en cuanto a adquisición de las capacidades de visión espacial, pero *“Hay diferencia en cuanto a la preferencia por uno u otro tipo de metodología, por parte del alumno. Prefieren metodologías basadas en nuevas tecnologías y que no les haga depender del profesorado. Esto nos indica que son metodologías útiles en cuanto a la filosofía marcada por el sistema de Crédito Europeo, en el que el alumno pueda trabajar de forma autónoma.”*

Adaptación de la asignatura “Técnicas de representación” de Ingenieros Agrónomos al Espacio Europeo de Educación Superior.

Para el profesor Álvarez-Mozos²⁸⁸, de la Universidad Pública de Navarra, la naturaleza de las asignaturas del área de Ingeniería Gráfica hace que la incorporación de las nuevas metodologías en la docencia del EEES tenga que responder a las particularidades del área, que conviene tener en cuenta ante el proceso de adaptación:

- El carácter básico de las asignaturas.
- La naturaleza la práctica de la materia.
- La importancia de la visión espacial y la capacidad de abstracción.
- El desarrollo de un lenguaje gráfico a normas de representación establecidas internacionalmente.
- El manejo de herramientas de DAO.

Como conclusión se destaca que una sabia combinación de las diferentes metodologías propuestas en el EEES puede suponer un éxito de aplicación: *“El carácter eminentemente práctico de la asignatura permite utilizar gran parte de las nuevas metodologías docentes que fomentan la adquisición de competencias genéricas. No obstante, al ser una materia de primer curso, se recomienda que la introducción de las mencionadas metodologías se realice de forma gradual”*.

²⁸⁸ Álvarez-Mozos, J.; Perez, A.; Crespo, J.J.; Marcelino, S.; Adaptación de la asignatura “Técnicas de representación” de Ingenieros Agrónomos al Espacio Europeo de Educación Superior. Congreso Internacional Conjunto XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

IMProVe 2011. Venecia.

Durante junio 2001 ha tenido lugar IMProVe 2011 (International Conference on Innovative Methods in Product Design)²⁸⁹ 5ª Conferencia Conjunta de ADM y INGEGRAF, ahora también apoyada por AIP PRIMECA (Ateliers Inter-établissements de Productique - Pôles de Ressources Informatiques pour la MECAnique). Evento destinado a convertirse en una importante oportunidad para debatir sobre la innovación del producto desde el punto de vista interdisciplinario, para promover un nuevo grupo de trabajo tanto en las áreas de ingeniería y arquitectura.

IMProVE pretende ser un foro de expertos en ingeniería y diseño desde la universidad y la industria, comprometidos en compartir las diferentes experiencias, habilidades e ideas y, conjuntamente, identificar nuevas hipótesis de trabajo para el diseño de productos innovadores. Se pretende presentar los últimos avances en métodos y herramientas de diseño en Ingeniería Industrial y Arquitectura en lo que se refiere a:

- Métodos innovadores de diseño
- Elaboración de Modelos y Diseño Geométrico Industrial
- Realidad Virtual y Diseño Interactivo
- Producto y Proceso de Diseño Integrado
- Gestión del conocimiento y de datos del producto
- Innovación en Arquitectura de la Información y construcción de la modelización
- Métodos de ingeniería en aplicaciones relacionadas con el hombre

²⁸⁹ <http://www.improve2011.it/index.htm>

**PARTE III. ANÁLISIS Y SÍNTESIS TEÓRICA EN LOS
PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

APRENDIZAJE

Modelos de Aprendizaje

De forma general, en todos los congresos se plantea la necesidad que la universidad desarrolle habilidades acordes a las demandas económicas y productivas de la sociedad, y para ello introduzca los cambios necesarios en los procesos de aprendizaje para conseguirlos.

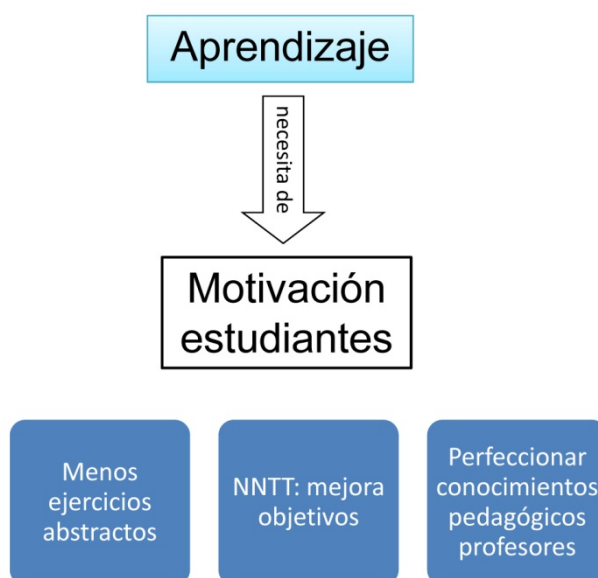


Ilustración 42. Aprendizaje y motivación.

Para varios autores, el motivo principal del éxito del aprendizaje radica en la motivación de los estudiantes, puestos que ellos son los protagonistas del proceso. Esto se puede conseguir de diferentes maneras. Algunos profesores (Corbella Barrios) pretenden conseguirlo huyendo de los ejercicios de enunciados abstractos. Otros autores proponen incorporar las NNTT (Sangrà, 2000), aunque para ellos más que potenciar el punto de vista de innovación tecnológica, hay que utilizar esa tecnología para conseguir los objetivos de una forma mucho más eficaz. Y para otro grupo (Camiña, Ballester) es imprescindible llevar a cabo un seguimiento individualizado y una información de retorno, como elemento de estímulo para el aprendizaje de los alumnos. Se destacan los tres elementos fundamentales que componen el aprendizaje en la teoría constructivista: los conceptos, los procesos, y las condiciones para que se produzca la instrucción. Otros autores (Troncoso) afirman que el aprendizaje de los alumnos se ve penalizado por la falta de conocimientos pedagógicos de los profesores.

Varios profesores (Álvarez Peñín, Pellejero, Rodríguez) presentan en sus escritos nuevas herramientas didácticas o nuevas estrategias, cuyo principal objetivo es la mejora del aprendizaje.

Gran parte de los artículos que exponen sus planteamientos sobre el sistema EEES y los créditos ECTS, destacan que nos aproximamos a una enseñanza orientada al aprendizaje. En este contexto es inevitable (Jiménez) orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la adquisición de competencias, y con ello se abre un marco de trabajo sobre el que se pueden revisar los contenidos para ajustarlos a la demanda.

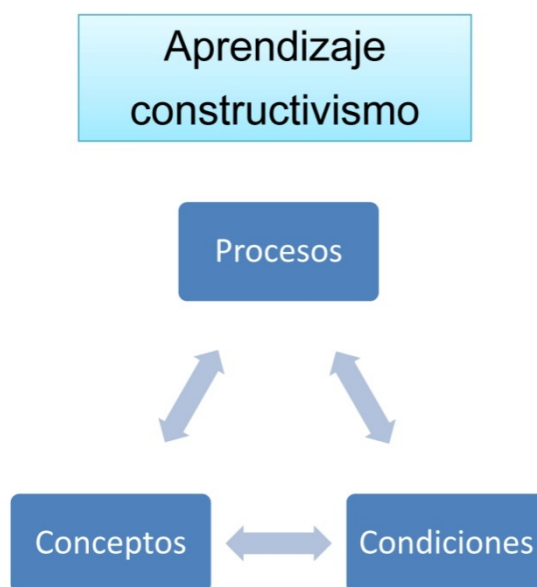


Ilustración 43. Aprendizaje Constructivismo.

Existe unanimidad en intentar evitar tanto el aprendizaje estratégico (el alumno se centra en conocer el sistema de notas y los temas clave para conseguir el aprobado) como el aprendizaje superficial (el alumno memoriza conceptos, sin reflexionar sobre ellos). Frente a estos modelos los autores proponen otros tipos de aprendizaje. Aparece el aprendizaje colaborativo (Suárez Quirós, Sánchez), consistente en la realización de proyectos y prácticas por grupos de alumnos, destacando la necesidad de fomentar los aspectos socializantes del proceso de enseñanza. Los participantes están estrechamente vinculados, de forma que solo pueden conseguir sus objetivos si los demás pueden conseguir los suyos. Las técnicas del aprendizaje basado en proyectos son útiles para muchos ponentes (Sánchez), y se destacan como una de las estrategias de metodología más utilizadas en los últimos años. Otro modelo presentado es el aprendizaje activo (Capó, Hernández) con un doble objetivo, romper con el modelo de clase magistral, y darle un enfoque práctico a la asignatura. Se presentan diferentes ponencias en que se explica a grandes rasgos que el aprendizaje activo es un aprendizaje que

exige más dedicación por parte del profesor y del alumno, pero que se ve recompensado por unos resultados más positivos, siempre que los grupos de clase sean inferiores a 30 alumnos.

Es necesario mejorar la coherencia entre objetivos de aprendizaje y los procesos de evaluación. Hay que definir los objetivos de aprendizaje a partir de las competencias a adquirir.

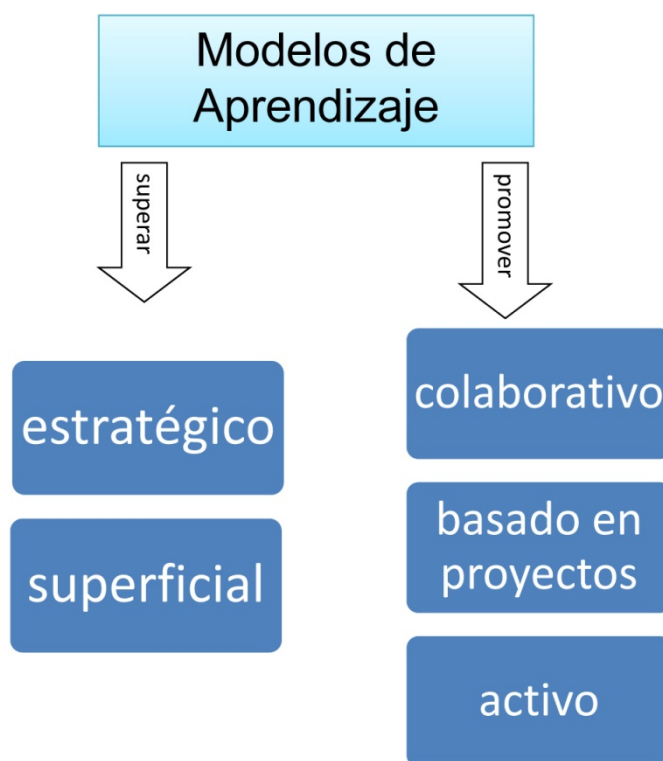


Ilustración 44. Modelos de aprendizaje.

Un grupo de ponentes (Jiménez, Fernández, Tortajada) exponen como experiencia los denominados “objetos de aprendizaje” OA, para favorecer la estructuración y secuenciación de contenidos. Para elaborar estos OA hay que tener en cuenta que: tienen que ir asociados a objetivos muy concretos, no deben ser demasiado extensos, tienen que desarrollarse en tecnología estándar, deben incluir una guía de aprendizaje (descripción de las actividades a realizar y cómo hacerlas), y el procedimiento de evaluación tiene que formar parte del propio OA.

En varios artículos se destaca el aprendizaje a lo largo de la vida (García, Troyano, 2008) como un potencial para la universidad.

El *blended learning* es un método de aprendizaje que combina la enseñanza presencial con la enseñanza no presencial utilizando las TIC (Ferreiro Prieto, Pérez del Hoyo) suponiendo una atención personalizada al alumno, y requiriendo de un seguimiento y orientación.

La informática (Bustanza, Fernández) es un medio adecuado para mejorar el aprendizaje en las carreras técnicas, ayuda al profesor a impartir su enseñanza, y al alumno a aprender. Sin embargo, la premisa fundamental a tener en cuenta es que el método es superior al medio, o sea, que la calidad del proceso de aprendizaje radica en la metodología utilizada más que en las características técnicas de las nuevas tecnologías. Existe consenso (Zulueta) en afirmar que es necesario que el cambio del paradigma docente de la enseñanza al aprendizaje no suponga una merma en la calidad de la docencia.

Aprendizaje Virtual

Los orígenes del aprendizaje virtual (Pellejero, Rodríguez) se basan en buena medida en el diseño de prácticas virtuales que permitan al alumno desarrollar un tipo de aprendizaje de carácter interactivo. Se destaca (Suárez Quiros, Rubio) que el aprendizaje virtual es resultado de un proceso evolutivo histórico en el que se distinguen varias etapas: utilización del material impreso, docencia basada en material analógico, incorporación de herramientas informáticas, y utilización de tecnología digital a través de Internet.

Hacia el 2000 (Martín, Suárez) las herramientas que facilitan el desarrollo de realidad virtual han experimentado un gran avance, pues el equipo tecnológico necesario para ejecutar estas aplicaciones es simple y estándar, gracias en parte al nuevo escenario basado en la web, y ello permite una explosión de experiencias de aprendizaje virtual. Existe confianza entre los ponentes de que, en el futuro, los laboratorios virtuales se convertirán en elementos integrados en los procesos de aprendizaje, incluso hay autores (Cruz) que afirman que el aprendizaje virtual facilitará la convergencia europea de los programas docentes universitarios.

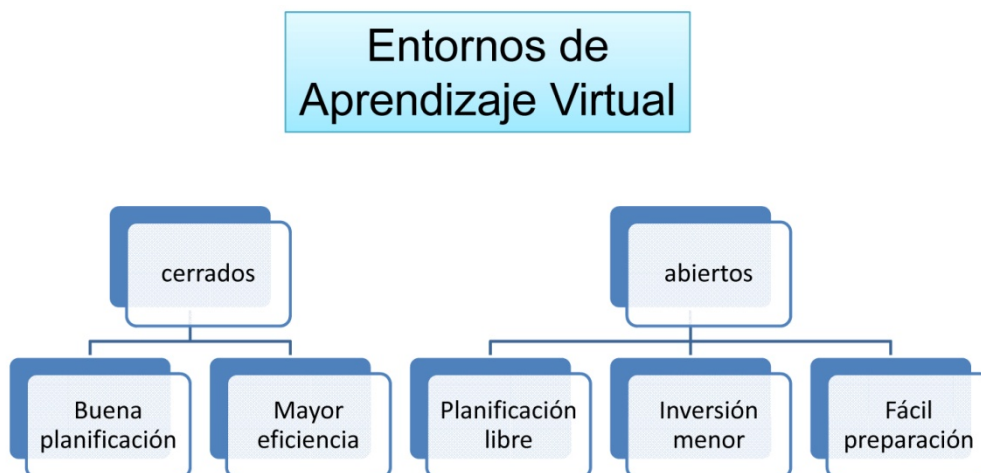


Ilustración 45. Entornos de Aprendizaje Virtual.

Otros autores (Alpiste, Brigos) proponen incidir en el aprendizaje desde el lado del profesorado, mediante la creación de portales de aprendizaje virtuales temáticos de trabajo colaborativo para los profesores de la asignatura.

Con la integración al EEES, algunas metodologías docentes sustentadas en tecnología incorporan entornos virtuales de aprendizaje, complementando las actividades presenciales, facilitando la publicación, la comunicación y el trabajo en grupo, de manera que el modelo didáctico pasa a ser semipresencial.

El nuevo entorno el aprendizaje virtual (Cruz) proporciona al alumno la posibilidad de intervenir en su propio proceso de aprendizaje como un elemento de mejora docente. Pero para la mayoría de los autores (Zulueta) con la idea de aula virtual como una herramienta de apoyo a la docencia presencial, no como un recurso con el que elaborar conocimiento, sino como un vehículo de intercambio de información relevante y de mejora del aprendizaje.

Los objetivos de crear un entorno virtual de aprendizaje (Alpiste) son: introducir la asignatura en un entorno de trabajo basado en nuevas tecnologías, potenciar la planificación del trabajo de forma no presencial, facilitar herramientas para la gestión de documentos y, fomentar el uso de las nuevas técnicas de integración ofimática y multimedia.

Existe unanimidad (Moreno, Suarez Quiros) en definir aula virtual como un nuevo método docente que supone grandes ventajas: flexibilidad de horario y lugar de la docencia, adaptación al ritmo de aprendizaje del alumno, aprendizaje no lineal, e interactividad entre agentes docentes; pero también con sus limitaciones, sobretodo en temas de seguridad.

Los autores (Hernández, Monguet) presentan dos tipos de entornos de aprendizaje virtuales: abiertos y cerrados. En general, se identifica a los entornos virtuales cerrados como sistemas que están bien planificados y que tienen una mayor eficiencia: el contenido de las materias ha sido creado y revisado por

Ilustración 46.
Aula Virtual.



expertos, gran facilidad de uso, coherencia de los elementos que lo componen, el seguimiento de los alumnos es una tarea compartida, con un coordinador que asegura la uniformidad. Por el contrario, los sistemas abiertos, a pesar de no tener la eficiencia de los cerrados, destacan por las ventajas siguientes: la planificación es más libre, la inversión en la generación del material es mucho menor, el material empleado es de más fácil preparación, hay una dependencia mucho mayor de la formación del profesorado y de su experiencia en la elaboración de material.

DOCENCIA

Docencia

Se repite en varios escritos (Troncoso Saracho, Alonso Rodríguez, Camiña) la afirmación según la cual la docencia no consiste en que el profesor enseñe, sino en que el alumno aprenda.

Algunos autores (Tortajada, Brusola, Rubió) definen el modelo tradicional de docencia como aquel cuyas características son: primacía de los contenidos; lección magistral como metodología predominante; pasividad por parte de los alumnos; el profesor es un experto en contenidos transmisor de información; solo planifica el profesor; las únicas fuentes de información son los apuntes de clase; sistema de evaluación rígido basado exclusivamente en exámenes recopilatorios de conocimientos. Frente a este modelo, las NNTT están cambiando significativamente la sociedad, mientras que la docencia tradicional sigue métodos de trabajo artesanales (Álvarez Peñín, Charro Hernández, García Díaz, Suarez Quirós). Por eso proponen replantear objetivos, contenidos y métodos.

Existe cierta opinión (Álvarez Peñín, Charro Hernández) de que la docencia ocupa un plano secundario en la actividad del profesor, dominada fuertemente por la investigación.

En las conclusiones de los CUIEET se destaca que es necesaria una adaptación de la docencia a la realidad social. Concurre preocupación en el ámbito docente sobre las necesidades que presumiblemente la empresa demanda. Existe gran interés del profesorado en aprender y aplicar nuevos métodos que mejoren la calidad de la docencia, por ello en los congresos se presentan herramientas de apoyo a la docencia. No se ha valorado suficientemente su repercusión en el aprendizaje.

Para que este nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje aporte un valor añadido a la docencia, más que potenciar el punto de vista de innovación tecnológica, hay que utilizar esa tecnología para conseguir los objetivos de una forma mucho más eficaz (Sangrà, Guàrdia, Bellot).

Para mejorar la docencia se proponen diferentes alternativas. Algunos autores (Herrero de Lucas, González González, Acebes Arconada, Fernando Velázquez, Martín Bravo) destacan las ventajas que conlleva la coordinación entre los profesores que imparten docencia en una misma Titulación Universitaria, tanto respecto a los contenidos, como respecto a las diferentes metodologías docentes utilizadas. Se propone (Font Andreu) coordinar la docencia en distintas áreas de conocimiento a fin de paliar la excesiva parcelación del conocimiento universitario. Para otros (Pallisera Díaz, Carretero Torres) es imprescindible aportar a los profesores la información y formación suficiente para iniciar procesos innovadores en la docencia. Para un tercer grupo (Bermúdez Rodríguez, Lapaz Castillo, Marqués

Calvo, Povill Cartoixà, Morón Tarifa, Voltas Aguilar) las TIC pueden suponer una potente ayuda a la docencia para mantener el nivel de calidad del área y adaptarse a las nuevas dedicaciones fijadas en los planes de estudio. En este sentido (García

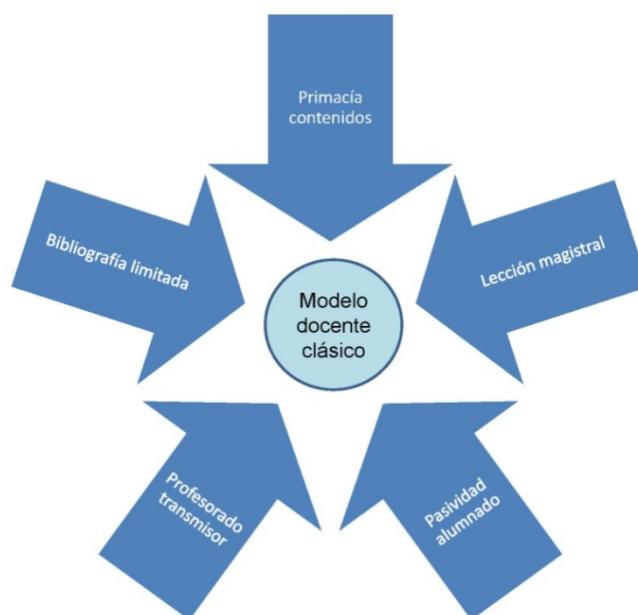


Ilustración 47. Modelo docente clásico.

Almirall) la informatización de las asignaturas del área de Ingeniería Gráfica supone la realización de una serie de cambios, tanto en la estricta docencia como en su organización.

Parece claro que las TIC influirán de manera significativa en la docencia de la Ingeniería Gráfica, aunque en un grado diferente según pareceres. Para un cierto número de profesores (Bermúdez Rodríguez, Lapaz Castillo, Marqués Calvo, Povill Cartoixà, Morón Tarifa, Voltas Aguilar) las nuevas tecnologías de soporte a la docencia conducirán inexorablemente a un nuevo cambio de paradigma. Las herramientas informáticas (Moreno Cazorla) no solo plantean un cambio en la forma de aplicar la docencia sino también en los contenidos, por todo ello es el CAD la herramienta “fundamental” de ingeniería gráfica.

Otros (Marín Granados, Gutiérrez Ariza, García Ceballos, Mora Segado) proponen un modelo de docencia en la que se combina la lección magistral, la tutorización y un sistema de enseñanza asistida por ordenador para las asignaturas de ingeniería gráfica. La solución para aumentar la eficacia de la docencia, entendida como mayor cantidad de conocimiento impartido en menos tiempo, está, para un grupo de profesores (Mateo Carballo, Llorente Geniz, Sánchez Jiménez, Reina Valle, Fernández de la Puente), en la animación asistida por ordenador, aunque destacando que este medio didáctico no puede utilizarse como único, ni de forma independiente al resto.

Entre los problemas históricos arrastrados de forma periódica en la docencia de la ingeniería gráfica (Díaz Blanco, Fernández Villegas, López Vázquez, Souto López), se destaca la perversa combinación de reducción de las horas de docencia, con el bajo nivel de conocimientos previos y básicos con que los estudiantes ingresan en la un universidad.

Hay autores (Martín Gutiérrez, Martín Dorta, Saorín Pérez, Acosta González) que identifican tres factores de cambio docente: el nuevo modelo educativo diseñado por el Espacio Europeo de Educación Superior, la exigencia social de incorporación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación a la universidad, y la necesidad de mejorar la calidad universitaria.

Como soluciones para la mejora docente se propone: mecanizar parte del trabajo de la docencia (Álvarez Peñín, Pando Cerra, García Díaz, Pérez Morales), sobretodo en cuanto a la gestión y corrección de ejercicios, mediante nuevas

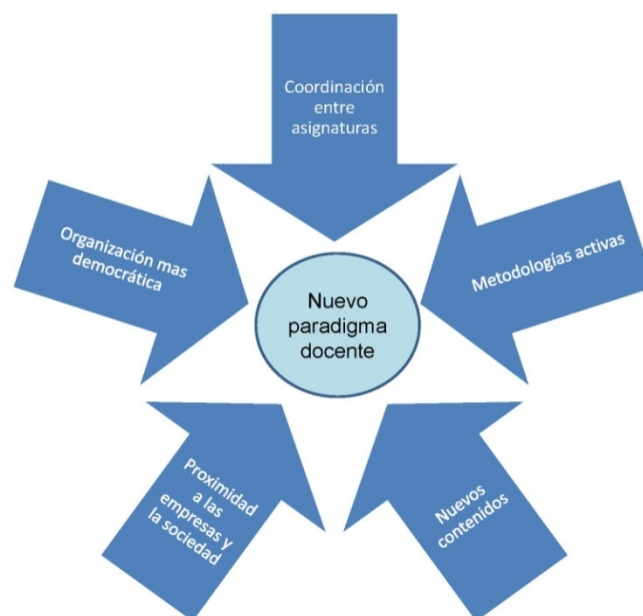


Ilustración 48. Nuevo paradigma docente.

herramientas basadas en las TIC; el uso de plataformas virtuales que permiten aumentar calidad de la docencia, tanto a nivel de exigencia como de resultados (Zurita de la Vega, Tato Sánchez del Valle); mejorar la eficiencia de la docencia mediante una propuesta metodológica basada en resultados obtenidos por alumnos en los exámenes (Rebollo Castillo, Álvarez Martínez), para conocer las causas que provocan el grado de dificultad (metodología basada en el modelo de Rasch)

Se resalta de vital importancia (Zulueta Pérez, Delgado Urrecho, Geijo Barrientos) que el cambio del paradigma docente “de la enseñanza al aprendizaje” no suponga una merma en la calidad de la docencia.

Docencia semipresencial

Para algunos autores (Rajadell, Astals) los estudios de carácter semipresencial se justifican en base a tres grandes ventajas: 1- completar la oferta de estudios presenciales, 2- ampliar el ámbito geográfico de los campus, y 3- permitir la compatibilidad de los estudios con las responsabilidades laborales. Para otros (Jiménez, Fernández, Pérez, Leo, Navarro, Arraiza, Barrera, Lozano) su principal ventaja reside en que permite una introducción progresiva a la impartición a distancia. Para estos últimos la semipresencialidad es solo un paso intermedio. En esta línea se manifiestan algunos profesores (Griful, Gibert) que exponen que el cambio del modelo docente de presencial a semipresencial, no tiene más motivación que la mejora de la calidad docente. También se destaca como elemento ventajoso (Lapaz, Voltas) que la semipresencialidad permite flexibilizar e individualizar el aprendizaje de los alumnos.

Para la casi totalidad de los autores, el éxito de la docencia semipresencial radica en conseguir que los estudiantes saquen el máximo provecho de las herramientas dispuestas para su aprendizaje, basándolo en un uso intensivo de las TIC. La utilización de Entornos Virtuales de Aprendizaje en modalidad



Ilustración 49. Evolución docencia.

semipresencial (Alpiste, Brigos, Fernández) se perfila como una estrategia de grandes posibilidades en la incorporación de las TIC, sobre todo en los estudios técnicos. Las herramientas que incorporan estos EVA permiten favorecer una metodología de aprendizaje basada en proyectos, en trabajo en grupo y en el asesoramiento personalizado.

Los estudios semipresenciales presentados siguen siempre el mismo Plan de Estudios que los presenciales, pero generalmente con una diferente distribución de las asignaturas entre obligatoria, optativas y libre elección, y alargando la carga crediticia en mas semestres o cursos.



Ilustración 50. Ventajas docencia semipresencial.

Se considera (Alpiste) de vital importancia en entornos semipresenciales de aprendizaje (más incluso que en los meramente presenciales) la existencia de métodos empíricos para evaluar la satisfacción del estudiante.

Informatización de la docencia

En experiencias presentadas en los congresos (García Almirall) se destaca que la informatización completa de una asignatura tipo de Ingeniería gráfica supone

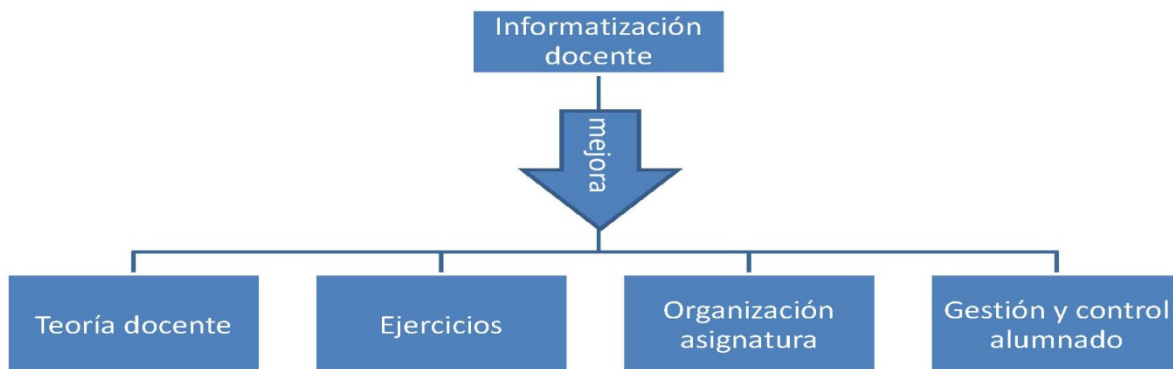


Ilustración 51. Informatización docente.

la realización de profundos cambios en dos ámbitos diferentes: en la estricta docencia, pero también en la organización de la asignatura.

En un primer momento los ejercicios son los mismos, pero han cambiado de formato: del papel al documento electrónico. Este primer paso supone mejoras docentes puesto que permite una optimización de los siempre menguantes recursos de espacio-tiempo. Pero la verdadera revolución viene después, cuando los ejercicios se modifican y se adaptan a las nuevas posibilidades gráficas. La informatización de la docencia (Gómez Galán) permite implantar un nuevo paradigma idóneo para la educación, potenciando la capacidad de aprendizaje del usuario y estableciendo un diseño apoyado en las teorías del constructivismo. Para que ello sea productivo hay que evitar anteponer el atractivo estético de las nuevas herramientas a las condiciones de interactividad.

Pero siempre (Medeiros Filho, Cintra) destacando que los ordenadores son solo un vehículo que permiten expresar con calidad las tareas docentes (antiguas o nuevas). La esencia de la relación pedagógica no cambia con la utilización de la tecnología, a pesar de que ahora es necesaria en nuestro contexto para el correcto proceso de enseñanza.

Otros profesores (Tardío Monreal, Fernández Sora, Agustín Hernández, Sánchez-Lafuente Lahulla) destacan, además, que la informatización docente permite una mejora en la gestión y el control académico en la asignatura, mediante aplicaciones informáticas se puede conseguir automatizar las tareas de gestión y control, no para liberar al docente del seguimiento de la evolución académica de los alumnos, sino para mejorar esta labor haciéndola mucho más rápida y eficaz.

Evaluación continuada

Para ciertos autores (Rajadell, Astals) el éxito académico de los estudiantes está directamente relacionado con el ritmo de estudio y trabajo continuado, razón por la cual proponen un sistema de evaluación continuada, como método para forzar a los estudiantes a este esfuerzo continuado. Para llegar a esta evaluación se dispone de un gran aliado (Bermúdez, Lapaz, Marqués, Povill, Morón, Voltas): las TIC aplicadas a la docencia permiten disponer de una importante cantidad de material de los alumnos, clasificado según entradas, autocorregido, etc, de manera que existe la posibilidad de obtener una puntuación de casi cada práctica y ejercicio, y la facilidad de manejar toda esta ingente cantidad de información de manera ágil y ordenada. También se destaca la necesidad de un procesado rápido de esta evaluación, para que el alumno tenga un retorno de su trabajo, e incremente la motivación por el estudio.

La evaluación continuada aparece repetidas veces ligada al éxito de las enseñanzas semipresenciales, como un aliado indispensable para evitar abandonos prematuros de estudiantes (Griful, Gibert)

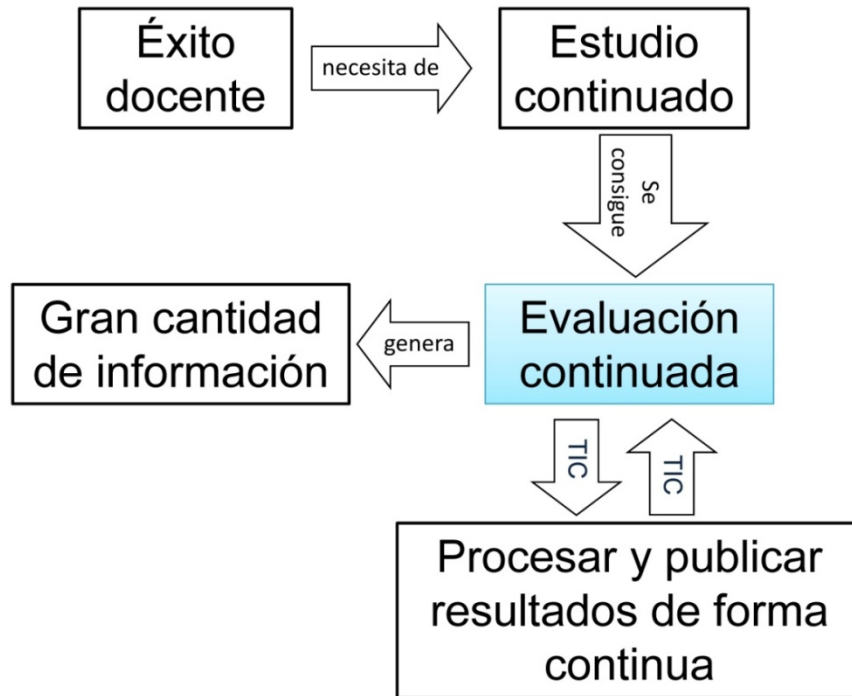


Ilustración 52. Evaluación Continuada.

La evolución continuada es motivo de diferentes ponencias desde los años 90, pero solo empieza a aparecer como uno de los ejes de estudio propios de los congresos a partir de 2004.

Planes de estudio

Desde inicio de los años 90, se incurre en un continuo recorte de horas lectivas en el área de la Ingeniería Gráfica en los nuevos planes de estudios



Ilustración 53. Planes de estudio.

(Bermúdez Rodríguez, Lapaz Castillo, Marqués Calvo, Povill Cartoixà, Morón Tarifa, Voltas i Aguilar) que acarrea preparar otro tipo de material docente tendente a economizar tiempo de aprendizaje por un lado, y a permitir su utilización fuera del aula y a cualquier hora por otro. Se afirma que para mantener la calidad docente y cumplir con las dedicaciones fijadas en los planes de estudio, es imprescindible implementar las TIC en las tareas docentes.

Con los planes de estudio ya reformados, y sobre todo a partir de 1993, se comprueba que se han introducido nuevas pautas en cuanto a los modos y métodos didácticos apoyándose en las TIC, y se destaca que la labor del profesor universitario no sólo es la de transmisor de conocimientos, sino también la de soporte en el proceso de aprendizaje. Los planes reformados suponen la transición desde un modelo basado principalmente en la enseñanza, en el cual la función del estudiante era básicamente pasiva y la del profesor era la de transmisor de conocimiento, a un modelo basado esencialmente en el aprendizaje, donde el estudiante es mucho más activo, y el profesor es el guía en el proceso de aprendizaje.

Los nuevos planes de estudios de los años 90 suponen una drástica reducción de los créditos (entre 50%-30% de los créditos del plan antiguo según Voltas, Lapaz) en el área de la Ingeniería Gráfica, provocando para algún autor (Moreno Cazorla), la amortización de conceptos historicistas del dibujo (materiales en desuso, técnicas complejas sin apenas aplicación práctica, sistemas de representación muy laboriosos) e incrementando por el contrario otros conceptos que en antiguos planes no tenían cabida (textura, color luminosidad) y ahora necesitan ser estudiados. Para los autores de esta opinión, la evolución de los planes de estudio suponen cambios de herramientas, y las nuevas herramientas informáticas no solo plantean un cambio en la forma de aplicar la docencia sino también en los contenidos.

Para determinar los nuevos conocimientos que tienen que implementarse en los nuevos planes de estudios, hay autores (Grión) que proponen tener en cuenta las modificaciones que la informática ha producido en todas las disciplinas del conocimiento y en su enseñanza. Y se destaca lo particularmente duro en el caso de la geometría descriptiva dado que ha permanecido inalterada desde hace décadas. Se plantea proporcionar al alumno solo aquellos conceptos geométricos que permanecerán invariables en el futuro aprovechando las técnicas actuales, pero sin extenderse en exceso en la docencia de unos conceptos que pueden quedar obsoletos en muy poco tiempo. La autora se arriesga a afirmar que algunos contenidos que se imparten pueden ser eliminados, pues los aportes de los programas informáticos resultan decisivos y apuntan a una reorganización de los contenidos tradicionales. La evolución de los planes de estudio significa la eliminación de las cuestiones que han quedado obsoletas para la práctica profesional, para dejar espacio a las nuevas temáticas.

Hacia 2003-2004 se produce una nueva reducción de créditos y una aproximación a la unificación de titulaciones en el ámbito español y europeo. Los planteamientos docentes para crear estos nuevos planes de estudio concretan, a

juicio de ciertos profesores (Sentana Gadea, Sentana Cremades, Serrano Cardona, Tomás Jover, Pigem Boza, Gomez Gabaldón, Perez Carrion, Diaz Ivorra, Ferreiro Prieto, Poveda Pérez, Martinez Sentana) como objetivos generales establecer criterios sobre conocimientos mínimos comunes de geometría básica, proponer líneas de trabajo de comunes partiendo de las nuevas tecnologías, y presentar una metodología para elaborar contenidos.

Hacia 2007, con los nuevos planes aprobándose, hay autores (Font Andreu, F. Hernández Abad, Ochoa Vives, V. Hernández Abad) que destacan que los objetivos del área han conservado sus grandes líneas históricas de facilitar el desarrollo de la visión espacial, el razonamiento, y la creatividad, gracias al uso de programas informáticos de diseño asistido por ordenador, que han permitido mantener los objetivos a pesar de la reducción del encargo docente en forma de horas de clase (tanto teóricas como prácticas) La reducción de créditos troncales ha estado compensada por un aumento de las asignaturas optativas, que han permitido un trabajo mucho más eficiente.

En 2008 se destaca la aparición de Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación como organismo de control de la calidad en el diseño de los planes de estudio.

CONTENIDOS TEÓRICOS

Geometría Descriptiva

La máxima del catedrático Javier Rodríguez de Abajo: “*La geometría Descriptiva no hay que considerarla complicada, sino que hay que hacerla comprensiva y sencilla para nuestros alumnos*” es repetida más de una vez entre los ponentes.

Hay unanimidad en la mayoría de los autores en cuanto a que la geometría descriptiva es el área de la Ingeniería Gráfica que más fuertemente ha recibido el impacto de la utilización del CAD, hasta el punto, para algunos autores, de poner en crisis la eficacia de los sistemas de representación clásicos. También hay unanimidad en que eso no implica que la geometría descriptiva este condenada a desaparecer de nuestras aulas, aunque para un reducido grupo de profesores (Grión,...) algunos temas que se imparten pueden ser eliminados, gracias a los aportes de los programas informáticos que apuntan a una reorganización de los contenidos tradicionales, eliminando las cuestiones que han quedado obsoletas para la práctica profesional.

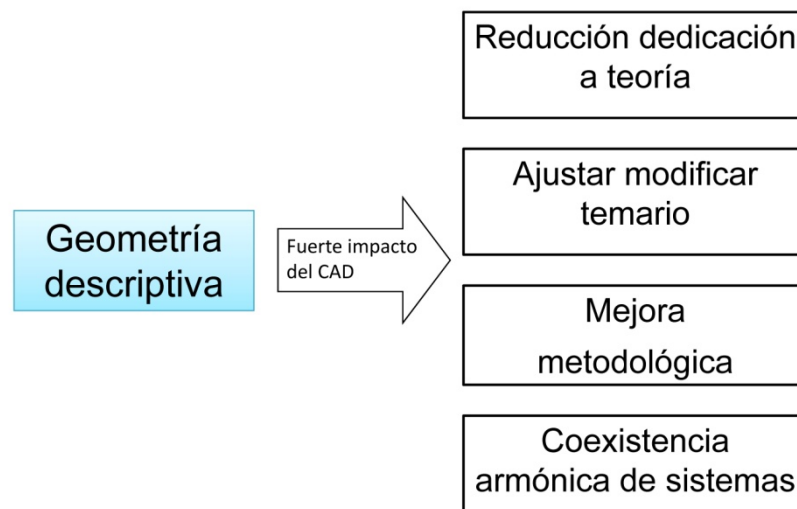


Ilustración 54. Geometría descriptiva.

Este fuerte impacto puede ser visto desde un punto de vista positivo o negativo, generando posturas encontradas, aunque siempre coincidentes en reconocer al ordenador como una herramienta capaz de facilitar el aprendizaje. Hay autores (Bustinza Esparta, Fernández Villegas) que afirman que la utilización de sistemas telemáticos en la docencia de la geometría descriptiva permite reducir el número de horas dedicadas a la exposición teórica de la materia, de forma que el profesor puede tener una mayor dedicación a las clases prácticas, como de un

sistema personalizado de aprendizaje se tratara, mejorando los resultados académicos.

Otros autores (Martín, Saorín, Contero, Navarro) alegan que las herramientas CAD no pueden sustituir los conocimientos de geometría descriptiva. Para ellos, las diferencias entre las diferentes metodologías de aprendizaje son mínimas en cuanto a adquisición de las capacidades de visión espacial, aunque se reconoce que por parte del alumnado hay preferencia por las metodologías basadas en nuevas tecnologías.

Existe un tercer grupo de profesores (Villar Ribera, Hernández Abad) son partidarios de una coexistencia armónica de sistemas, puesto que si bien determinados problemas pueden ser resueltos mediante la utilización de las prestaciones de los programas de CAD, para otros es necesario utilizar los conceptos clásicos de la geometría descriptiva.

Para el profesor Vicario los principios básicos que deben regir la enseñanza de la geometría descriptiva actual son: 1- explicar los fundamentos de los sistemas de representación tradicionales, pero utilizando programas de CAD. 2- evitar el uso de herramientas sofisticadas y específicas de CAD. 3- secuenciar los contenidos del mismo modo que en los sistemas de representación tradicionales.

Normalización industrial

En general la normalización industrial se considera uno de los objetivos inherente a cualquier asignatura de Ingeniería Gráfica (Rojas Sola, Jordá Albiñana, San Antonio Gómez, Manzano Agugliaro) Para el conjunto de los docentes de nuestra área de conocimiento, es necesario dominar las normas y criterios de la normalización industrial aplicada al Dibujo Técnico.



Ilustración 55. Normalización Industrial.

De entre esta idea generalmente aceptada existe un grupo de autores (Martínez Sentana, Sentana Gadea) que cree recomendable un conocimiento profundo de toda la normalización, destacando que con la ayuda de las bibliotecas existentes de elementos normalizados para CAD, se facilita la enseñanza de componentes mecánicos. Para estos profesores (Lapaz Castillo, Voltas Aguilar) a pesar de la relativa buena posición actual del área, se presentan nuevos retos para consolidar y ampliar la participación en las diferentes especialidades y grados, y para ello es necesaria una complementación de los temas tradicionales de ingeniería gráfica impartidos con contenidos del área de normalización industrial.

En 2008 surge la propuesta (Sentana Gadea, Sentana Cremades, Gutiérrez Diego, Poveda Pérez) de crear un grado común de ingeniería gráfica para todas las ingenierías cuyos conocimientos básicos para este curso genérico serían: conocimientos mínimos de geometría métrica, conocimientos básicos de sistema diédrico, normalización de dibujo industrial y fundamentos de perspectivas axonométricas.

Multimedia

Existe unanimidad en destacar que el uso de sistemas multimedia constituye una buena herramienta de enseñanza, aunque diferencia entre autores en destacar el grado mejora que estos sistemas suponen. Para algunos profesores (Ramos Barbero, García Maté, Caro Rodríguez) utilizar tecnología multimedia tiene que ser un recurso didáctico que sirva, por un lado a los profesores como herramienta de apoyo a la docencia en clase, y por otro a los alumnos como herramienta de aprendizaje. En su opinión todos los multimedia creados deben tener una estructura abierta. En este mismo sentido (Merino Egea) la finalidad de la enseñanza multimedia es optimizar el tiempo de formación disponible, de forma que una información multimedia previa a la actividad clásica presencial de los profesores, puede estimular, motivar y favorecer el aprendizaje de los alumnos. Para estos autores la misión de los sistemas multimedia no es sustituir la actividad del profesor ni a los libros como principal medio de estudio, sino complementarla. Para otros (Oriozabala Brit, Garmedia Mujika, Galarraga Astibia, Albisua) la utilización de sistemas multimedia permite reducir el número de horas dedicadas a la exposición teórica de la materia, y al docente volcarse en una mayor dedicación a las clases prácticas y a la atención personalizada al alumno.

Se destaca (Gazo Cervero, González-Sánchez, García Rodríguez, Sánchez Figueroa) que en la elaboración de material docente multimedia, existen dos partes claramente diferenciadas: una para el control y gestión de datos, y otra para las funciones de presentación, de forma que el diseñador puede modificar la apariencia gráfica del entorno sin interferir en las funciones de control y gestión de datos.

En diferentes encuestas llevadas a cabo (Álvarez Peñín, Charro Hernández, García Díaz, Suarez Quirós) se recalca que más del 90% de los profesores creen

interesante el uso de sistemas multimedia en el aula (independientemente de la edad de los docentes), a pesar que a la hora de organizar la asignatura ideal no se contemple el uso de estos sistemas. Quizá sea porque (Carrera, Alpiste, Massana, Fernández, Monguet) este tipo de asignaturas requieren de ingentes cantidades de trabajo, repartidos aproximadamente en dos terceras partes para la generación del contenido y una tercera parte para la propia producción multimedia. Según estudios presentados, la dedicación del profesorado para preparar estos sistemas suele ser de 2 a 3,5 horas por alumno matriculado, por ello este esfuerzo solo se puede rentabilizar si la asignatura es seguida por un número mínimo de estudiantes.

Los contenidos multimedia y la participación multiusuario en tiempo real, permiten presentar de forma mucho más afable la docencia de la ingeniería gráfica (Contero González, Vergara Monedero). En este sentido (Alvarez Peñín, López Brugos, García Díaz, Suárez Quirós) es importante utilizar técnicas multimedia para conseguir un aprendizaje más ameno y eficaz, sobre todo combinado con la Enseñanza Asistida por Ordenador.

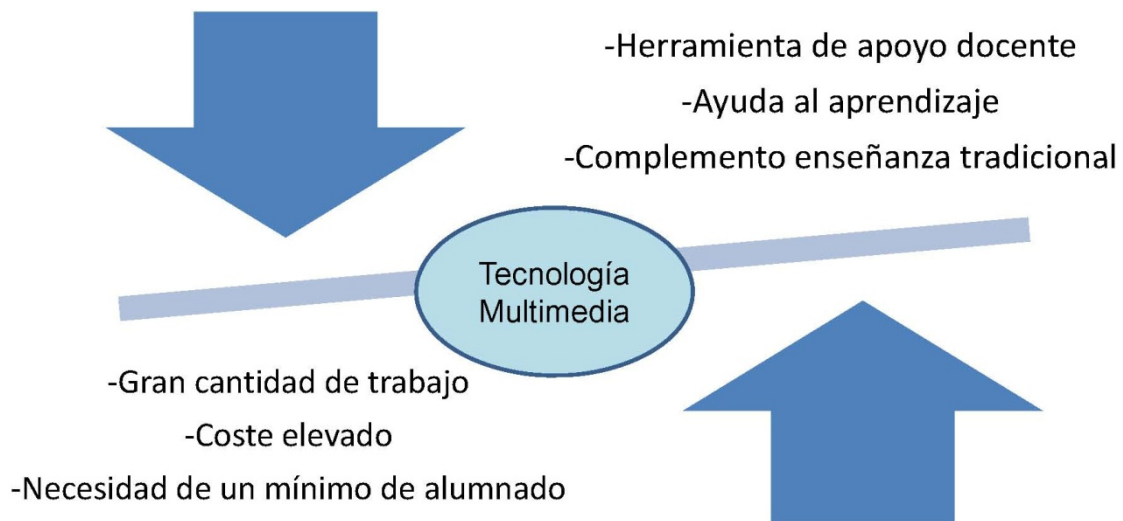


Ilustración 56. Pros y contras Tecnología Multimedia.

Existen docentes (Marín Granados, Gutiérrez Ariza, García Ceballos, Mora Segado) que destacan que la incorporación de nuevos medios tecnológicos multimedia soluciona determinados problemas históricos de nuestra área de conocimiento, pero crea otros hasta ese momento desconocidos: por un lado la necesidad de gran cantidad de aulas informatizadas con sus correspondientes medios multimedia y el encarecimiento de las infraestructuras que eso supone, y por otro, cierta resistencia al cambio constante y vertiginoso que obliga al docente a

un proceso de reciclaje continuo. Como solución proponen una combinación de diferentes métodos docentes.

El número de aprobados y presentados en las asignaturas del área Ingeniería Gráfica esta apreciablemente por debajo de otras asignaturas de la universidad, y en general este hecho es atribuido a la dificultad intrínseca de la materia, a la preparación previa de los alumnos, y, sobre todo, a las dificultades didácticas de la enseñanza tradicional (mediante apuntes y pizarra). Por ello (Blanco Caballero, Martín Panero, Prádanos Del Pico, Rodríguez Ovejero, Sanz Arranz, Parra Gonzalo, San Martín Ojeda, Serrano Sanz) se propone el apoyo en sistemas multimedia para mejorar el aprendizaje de las asignaturas de ingeniería gráfica en general y en particular del sistema diédrico.

Existen autores (Villar, Hernández Abad) partidarios de una coexistencia armónica de sistemas, que se proponen métodos de visualización multimedia que ofrezcan facilidad para una más rápida y mejor comprensión, tanto de la metodología como de los conceptos expuestos, destacando que la profunda base conceptual del diédrico no ha perdido vigencia. Si bien determinados problemas pueden ser resueltos mediante la utilización de las prestaciones de los programas de CAD, para otros tenemos la necesidad de utilizar los conceptos de la Geometría Descriptiva.

Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual (VRML)

Para algunos autores (Pellejero Salaberria, Mongelos Oquiñena, Gurruchaga Vázquez, Galarraga Astibia, Garmendia Mujika, Oriozabala Brit) el lenguaje de modelado de realidad virtual ha de servir para apoyar la palabra del profesor en cualquier tipo de proceso. Este tipo de tecnologías se pueden utilizar como mejora y complemento a la formación tradicional en las universidades en general, y en el área de Ingeniería Gráfica en particular (Martín Lorenzo, Suárez Rivero, García Domínguez), combinando las ventajas y minimizado los defectos en el uso de VRML a partir de tres métodos identificados: 1-Editor de texto, 2-Entornos desarrollo VRML, 3-Modelador 3D y traductor de formato.

A finales de los años 90 (Contero González, Vergara Monedero) se destaca que esta tecnología es asequible técnica y económicamente para hacer más afable la docencia de la ingeniería gráfica, y otra de las aplicaciones educativas destacadas es el campo de la simulación, con su correspondiente ahorro de costes y mejoras de las expectativas docentes. Pero para alcanzar un aprendizaje significativo, el marco pedagógico en el que debe apoyarse la VRML son las teorías del constructivismo (Gómez Galán).

Las habilidades espaciales (Martín J, Martín N, Saorín, Contero, Navarro) pueden mejorar mediante un entrenamiento específico basado en modelados de realidad virtual.

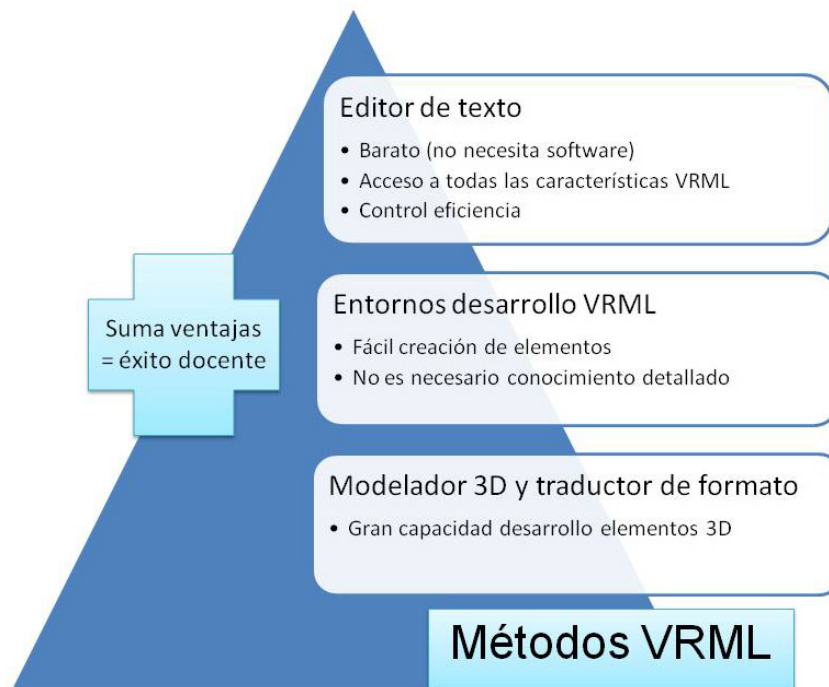


Ilustración 57. Métodos VRML.

EL ORDENADOR EN LOS PROCESOS

Animación por ordenador

Existe consenso entre varios autores (Gutiérrez de Ravé Agüera, Mármol Benavente; Fernández Pozuelo, Montero Albiol, Hidalgo Fernández) en afirmar que la animación por ordenador facilita la docencia en la Ingeniería Gráfica de la Ingeniería, toda vez que mejora la calidad docente.

La búsqueda de nuevos métodos docentes lleva a los profesores (Mateo Carballo, Llorente Geniz, Sánchez Jiménez, Reina Valle, Fernández de la Puente) a proponer el uso de la animación asistida por ordenador y las utilidades multimedia, combinándolas para generar tutoriales que ayuden al alumno a la comprensión de los métodos de generación de modelos tridimensionales, y la obtención de los mismos por pasos. Se destaca (Blanco Caballero, Martín Panero, Prádanos Del Pico, Rodríguez Ovejero, Sanz Arranz, Parra Gonzalo, San Martín Ojeda, Serrano Sanz) que la animación interactiva dota la posibilidad de responder a las elecciones del estudiante, dándole el control sobre la animación, de forma que es mucho más eficaz.

Enseñanza Asistida por Ordenador

Entre los autores que estudian la EAO (Alvarez Peñín, López Brugos, García Díaz, Suárez Quirós) se llega a la conclusión que realizar un programa de EAO es complicado, laborioso y precisa de suficiente tiempo para su éxito. Se destaca la necesidad de la participación de un potente equipo de trabajo.

Entre los profesores se afirma que la importancia de la EAO radica en que potencia la figura del profesor, posibilitando que dedique más tiempo a las labores más críticas de la enseñanza. Para una asignatura tipo de Ingeniería Gráfica aplicando EAO se propone: realización manual de dibujos por parte del alumno; explicaciones teóricas dirigidas por el profesor; realización de ejercicios optimizando el resultado con EAO; imprescindible interactividad (permitir corregir dibujos realizados por el alumno, evaluar los resultados y presentarlos de forma inmediata); enseñanza es individualizada (garantía que todos los alumnos alcanzan el nivel de conocimientos establecido); utilizar técnicas multimedia para conseguir un producto ameno.

En general (Orioabala Brit, Garmedia Mujika, Galarraga Astibia, Albisua) la EAO se aprecia como un campo importante de mejora en la calidad de la enseñanza en el área de la Ingeniería Gráfica, e incluso para otros (Marín Granados, Gutiérrez Ariza, García Ceballos, Mora Segado) que como un eficaz recurso en el proceso enseñanza aprendizaje.



Ilustración 58. Enseñanza Asistida por Ordenador.

EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS

En el pasado, el sistema de educación superior se centraba en la impartición de conocimientos desde el punto de vista exclusivamente académico. La nueva propuesta basada en el EEES se aparta del conocimiento por el conocimiento y toma como pieza central del proceso al alumno. Aunque los conocimientos siguen siendo imprescindibles, se tiene que tener en cuenta no sólo el aprendizaje de contenidos, sino también, las capacidades y destrezas que el alumnado trabajará paralelamente: *“Al nuevo profesional, la sociedad no sólo le reclamará unos conocimientos, sino que deberá ser competente según el perfil que habrá adquirido, fruto de haber cursado una titulación universitaria específica”*²⁹⁰. El nuevo paradigma plantea un alcance mucho más amplio de lo que hasta ahora era la formación superior: el alumnado tiene que continuar aprendiendo todo lo que aprendía, pero además tiene que trabajar las competencias que se espera que adquiera al finalizar los estudios. *“Si hasta ahora se transmitían conocimientos y se evaluaba el grado de consecución del aprendizaje de estos contenidos, en el nuevo paradigma educativo también se debe explicitar la formación de la asimilación de las competencias esperadas y, en consecuencia, también se debe evaluar el grado de consecución”*.

Pero, ¿qué se entiende por competencia? En 2006, el MEC (Ministerio de Educación y Ciencia) define: *“las competencias se conciben como un conjunto de conocimientos, habilidades (...) aptitudes y valores que capacitarán a un titulado para afrontar la resolución de problemas o la intervención en un contexto académico, profesional o social”*.

Estudios sobre Competencias en Ingeniería

La iniciativa CDIO syllabus (Conceive Design Implement and Operate) desarrollada por profesores, empresarios, ingenieros y alumnos del MIT pretende impulsar una nueva forma de enseñar ligada a los fundamentos de la ingeniería de acuerdo con: los Conceptos, el Diseño, la Aplicación y el Funcionamiento. El procedimiento se plantea en tres etapas. Primero se estructura una lista de ítems. Segundo se estudia cómo convertir estos ítems en necesidades estudiando los niveles de competencia requeridos. Finalmente se vuelven a formular los objetivos de aprendizaje usando los términos de la taxonomía de Bloom (ver ilustración 37).

²⁹⁰ Guía para la evaluación de las competencias en el área de Ingeniería y Arquitectura. Elisabet Golobardes Ribé y otros (URL). AQU. Junio 2009. B-27.204-2009. pág. 7.

Según la QAA²⁹¹ (Agencia de calidad del sistema universitario del Reino Unido) las competencias genéricas de un graduado en ingeniería industrial deben ser:

1. Conocer y entender conceptos, teorías y principios del ámbito industrial, apreciando el impacto social, ambiental, ético, económico y comercial de sus decisiones.
2. Habilidades intelectuales. Habilidades creativas para poder sintetizar soluciones y construir una visión global de la situación además de poder trabajar con el detalle adecuado.
3. Habilidades prácticas. Conocimientos prácticos adquiridos en la realización de trabajos en laboratorios, proyectos, etc...
4. Competencias generales transversales. Saber investigar, aprender de forma autónoma y mejorar el propio rendimiento

En el estudio realizado en 2008 por Ariadna Llorens y la ACET²⁹² entre las empresas que buscan ingenieros para contratar, planteaba analizar las competencias más requeridas por orden de importancia, las competencias que las empresas encontraban a faltar en los alumnos recién licenciados, y por contra las que si encontraban en estos alumnos. Proponía conocer si las empresas que buscan un ingeniero encuentran los titulados adecuados y si estos responden a sus intereses.

<i>Competencias más requeridas</i>	<i>Competencias que <u>no</u> tienen los ingenieros egresados</i>	<i>Competencias que <u>si</u> tienen los ingenieros egresados</i>
<i>Capacidad para trabajar en equipo</i>	<i>Capacidad de negociación</i>	<i>Capacidad de búsqueda de información</i>
<i>Compromiso para aprender</i>	<i>Capacidad de comunicación</i>	<i>Compromiso para aprender</i>
<i>Orientación al cliente</i>	<i>liderazgo</i>	<i>Pensamiento analítico</i>
<i>Resolución</i>	<i>Orientación al cliente</i>	<i>Capacidad para trabajar en equipo</i>
<i>Innovación</i>	<i>Compromiso con la empresa</i>	
<i>Compromiso con la empresa</i>		

Ilustración 59. Competencias en la empresa (Llorens, ACET)

²⁹¹ <http://www.qaa.ac.uk/>

²⁹² <http://www.telecos.cat/>

Discusión teórica sobre Competencias

Para Jiménez (2005) orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la adquisición de competencias, abre un marco de trabajo sobre el que se pueden revisar los contenidos para ajustarlos a la demanda.

Se destacan tres ideas básicas que se creen necesarias en la implementación del aprendizaje por competencias:

1. Es importante el correcto diseño de las estrategias docentes para el óptimo desarrollo de las competencias que el estudiante ha de adquirir. Hay que incorporar las competencias genéricas a los objetivos de las asignaturas.
2. Es ineludible mejorar la coherencia entre objetivos de aprendizaje y los procesos de evaluación. Hay que definir los objetivos de aprendizaje a partir de las competencias a adquirir.
3. Es inexcusable la utilización de las nuevas metodologías docentes para formar en competencias.

Para Camiña y Ballester (2008) la evaluación de competencias, debe llevarse a cabo bajo una doble dimensión: formativa y de acreditación. La evaluación constituye un mecanismo necesario para confirmar que los estudiantes poseen las competencias precisas para el correcto ejercicio profesional. Formulan un conjunto de propuestas de mejora en la evaluación que posibilite el tránsito hacia una eficaz evaluación de competencias:

- *“Adecuar los recursos de la evaluación a los objetivos de aprendizaje”*
- *“Fijar las normas y criterios de evaluación desde el inicio del curso”*
- *“Realizar sistemáticamente la evaluación inicial o diagnóstica.”*
- *“Desarrollar una evaluación formativa y continua”*
- *“Emplear la evaluación como recurso metodológico”*
- *“Implementar evaluaciones auténticas (desempeño)”*
- *“Utilizar varias técnicas de evaluación en cada asignatura”*
- *“Incorporar a los estudiantes en el proceso evaluador”*

Según exponen Fadón, Cerón y Vallejo²⁹³ (2009) el profesorado ha de replantear aspectos docentes de la asignatura que imparte, proceso que supone: 1- organizar la docencia para lograr ciertas competencias tras haber superado la asignatura, 2- una nueva evaluación de acuerdo a las competencias asociadas a la asignatura. Para ello proponen estructurar las actividades relacionadas con la asignatura en cuatro partes: *“clases magistrales, clases tutorizadas, actividades autónomas y actividades Independientes”*. De su experiencia en la Universidad de

²⁹³ “Programación basada en competencias. Implantación en ingeniería gráfica. Fadón Salazar, Fernando; Cerón Hoyos, José Enrique; Vallejo Lobete, Esther. DYNA Ingeniería e Industria. Año 84. Nº2. Marzo 2009. ISSN 0012-7361.

Cantabria estos autores concluyen que *“la implantación de mejoras en el proceso de evaluación, de trabajos individuales y actuaciones grupales, ha contribuido a que se mejore notablemente la relación de alumnos que se presentan y que finalmente aprueban la asignatura”* aunque destacan el mayor esfuerzo del equipo docente para poder llegar a estos resultados.

Competencias transversales en Ingeniería Gráfica

De lo analizado en la Parte II de esta tesis podemos conformar el siguiente cuadro de competencias transversales de la Ingeniería Gráfica a criterio de los profesores Ortega (2008), Rojas (2009) y García- García (2009).

<i>Ortega (2008)</i>	<i>Rojas (2009)</i>	<i>García-García (2009)</i>
<i>Aplicar con habilidad y destreza los programas de DAO</i>	<i>Conocimientos básicos de la profesión</i>	<i>Dominar técnicas necesarias para desarrollar el razonamiento gráfico</i>
<i>Aplicar la capacidad espacial a la resolución de problemas técnicos</i>	<i>Capacidad de análisis y síntesis</i>	<i>Leer o interpretar un plano, gráfico o esquema de ingeniería.</i>
<i>Capacidad de realización e interpretación de planos normalizados del Dibujo de Ingeniería Industrial</i>	<i>Resolución de problemas</i>	<i>Dominar técnicas DAO que permitan elaborar planos gráficos o esquemas en el ámbito de la ingeniería</i>
<i>Aplicar las habilidades de investigación y creatividad al diseño industrial</i>	<i>Preocupación por la calidad</i>	<i>Ser capaz de resolver problemas técnicos de ingeniería de forma eminentemente gráfica.</i>
<i>Explorar fuentes de información, exponiendo y justificando los aspectos relacionados con la realización de documentos gráficos</i>	<i>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</i>	<i>Realizar e interpretar información en modo gráfico, posibilitando la comunicación entre técnicos</i>
<i>Capacidad para trabajar en equipo que facilite el desarrollo de los conocimientos con un intercambio cultural crítico y responsable</i>	<i>Capacidad de crítica y autocrítica</i>	<i>Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la ingeniería industrial en sus actividades profesionales.</i>
<i>Adoptar actitudes favorables hacia el aprendizaje en la profesión, mostrándose proactivo y con espíritu de superación</i>	<i>Trabajo en equipo</i>	<i>Demostrar visión espacial y capacidad para utilizar las técnicas de representación gráfica</i>
	<i>Liderazgo</i>	<i>Levantamiento de planos para la realización de proyectos.</i>
	<i>Desarrollo de habilidades de gestión de la información</i>	<i>Capacidad de interpretación y representación de planos para proyectos de ingeniería</i>
	<i>Toma de decisiones</i>	

Ilustración 60. Competencias IG (Ortega, Rojas, García-García)

**PARTE IV. ANÁLISIS DEL AREA INGENIERÍA
GRÁFICA EN LA UPC**

Para simplificar el estudio de área de conocimiento, se ha procedido a catalogar las asignaturas impartidas en asignaturas tipo “*de primer curso*”, y asignaturas tipo “*de segundo curso*” aunque en cada caso particular fuera impartida en otro curso/cuadrimestre. Las asignaturas tipo “*de primer curso*” son de inicio al conocimiento al área de ingeniería gráfica, mientras que las de “*de segundo curso*” son asignaturas de desarrollo y ampliación.

En general pueden identificarse tres grandes etapas: una primera correspondiente a la docencia basada en el uso de herramientas tradicionales (escuadra y cartabón), ajustada básicamente a los planes de 1964 y 1972; una segunda correspondiente a la introducción de las primeras herramientas CAD, identificada en los planes de 1992 y 1995; y una tercera y última etapa donde los nuevos planes de estudio implementan los conceptos teóricos del EEES, y extiende el uso de CAD paramétrico en la docencia, correspondiente principalmente a los nuevos planes de estudios 2009-10.

Análisis del tipo de asignatura

Como se puede apreciar en la ilustración siguiente, uno de los primeros parámetros analizados ha consistido en las características básicas del tipo de asignatura. Se han tenido en cuenta características como el nombre oficial de la asignatura, el curso y/o cuatrimestre de impartición, el tipo de asignatura, la existencia de prerrequisitos o correquisitos para poder cursarla, y la duración total. En un segundo bloque se han analizado los créditos de cada asignatura y la dedicación en horas por semana u horas totales.

En el primer grupo de planes docentes (del 64 y del 72) la asignatura tipo del área recibe el nombre de “*Dibujo Técnico*” en una abrumadora mayoría de escuelas. Tan solo en la ETSEIB la asignatura recibe un nombre diferente: “*Técnicas de Expresión Gráfica*”. Parece claro pues, que en este período la “*expresión gráfica*” aun no era un término de uso habitual. En la segunda etapa histórica la asignatura tipo pasa a denominarse de forma mayoritaria “*Expresión Gráfica*” con la coletilla añadida en muchos casos del “*y DAO*” de forma que converge en el nombre un ajuste del área temática con la inclusión de las técnicas CAD, que anteriormente a estos planes solían constituir asignaturas optativas. Para la tercera etapa esta coletilla en el nombre de la asignatura desaparece de forma completa (de forma coherente con que las herramientas CAD ya no son una parte del temario, sino una herramienta para el temario) restando la asignatura tan solo como “*Expresión Gráfica*”. Parece curioso pues, que mientras se reclama de forma reiterada la migración del concepto expresión gráfica al de ingeniería gráfica, la asignatura tipo mantenga este primer nombre.

El tipo de asignatura en cualquiera de las tres etapas estudiadas siempre ha sido una asignatura básica de conocimiento inicial para los ingresados en las

ingenierías industriales de la UPC. Se manifiesta esto en su impartición casi siempre en primeros cursos (a excepción de la ETSEIB en los planes 1994 y 2010, que se ubica en el 2º cuatrimestre), en el carácter mayoritario de su definición como asignatura troncal u obligatoria, y en la ausencia de correquisitos o prerrequisitos para poder matricularse en ellas. La duración de la asignatura es acorde a su definición de asignatura básica: un curso completo (de 28-30 semanas) para los planes 64-72 y un solo cuatrimestre para las dos posteriores etapas (cuatrimestre que suele ser de 15 semanas con la excepción de la EUETIB donde la planificación de la asignatura ha variado hasta las 17 y 20 semanas)

En este análisis empírico se puede constatar que la asignatura tipo de primero ha tenido una carga crediticia descendiente con el paso de los planes académicos. En los planes del 64-72 la asignatura solía tener una carga académica entre los 18-12 créditos. Solo en alguna escuela esta carga desciende hasta los 7,5, pero de forma justificada puesto que se dispone de una “segunda parte” de esta asignatura en forma de asignatura obligatoria de segundo curso también de 7,5 créditos, de manera que la carga real sumada estaría en 15. Por lo contrario, en los planes de la segunda etapa, esta carga suele descender hasta los 7,5 de media, y incluso como se puede observar en la tabla nº1 hasta los solo 6 créditos a partir de los planes oficiales del 2002. En general podemos afirmar que el paso del primer grupo de planes docentes al segundo supone una merma de cómo mínimo un 50% de la carga crediticia del alumno, y en casos concretos de hasta una reducción de las dos terceras partes de la dedicación.

Simultáneamente al descenso del número absoluto de créditos docentes, se manifiesta un desplazamiento desde los créditos de tipo teórico (en general el 50% del total) hacia los de tipo práctico, y la aparición de los nuevos créditos de laboratorio en la segunda etapa, de forma que el peso de los teóricos desciende de forma mayoritaria hasta solo una tercera parte en la mayoría de las escuelas.

Para los planes adaptados al EEES, la carga de créditos ECTS varía de entre los 6 de las antiguas escuelas universitarias hasta los 7,5. El sistema de créditos ECTS es un sistema basado en el trabajo requerido por el estudiante para conseguir los objetivos de un programa docente que se especifica en términos de aprendizaje y competencias que se deben alcanzar. Este sistema empezó a usarse a principios del 2000 y en los planes adaptados al EEES es la única forma de medir la carga crediticia. A pesar que no se pueden comparar de forma directa los créditos ECTS con los de los antiguos planes, podemos observar un mantenimiento proporcional de la carga crediticia general del área de la Ingeniería Gráfica con las demás áreas de conocimiento básico. Pero en cambio se destaca la aparición de dos tipos de créditos más: los créditos de “*actividades dirigidas*” y los no presenciales “*de aprendizaje autónomo*”. Se puede apreciar una gran dispersión entre la distribución de la carga crediticia ECTS entre las diferentes escuelas, con el único rasgo común de una minusvalía general de los créditos teóricos.

El análisis de la dedicación de horas semanales a la asignatura es idéntico al de los créditos (debido a su correlación numérica) observándose de la misma forma una disminución de las horas dedicadas a teoría en beneficio de prácticas y

laboratorio. En los planes de las escuelas adaptados al EEES, las horas medidas ya no son semanales sino horas totales dedicadas a la asignatura. El ratio aplicado es de 25 horas de trabajo para cada crédito ECTS. Puede observarse que son necesarias entre 150 horas (EET, EPSEM, EPSEVG, EUETIB) y 187,5 (ETSEIAT, ETSEIB) para teóricamente superar la asignatura, según se trate de las antiguas escuelas “universitarias” de las antes llamadas “superiores”.

EET (1º)	TIPO ASIGNATURA					créditos : créditos ECTS						horas / semana : horas / curso (EEES)					
	nombre asignatura	curso / cuad.	tipo	prerequisitos y correquisitos	duración	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total
PLAN 1972	Dibujo Técnico	1º	troncal	ninguno	anual 28 semanas	6	12				18	2	4				6
PLAN 1992	Expresión Gráfica y DAO I	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	3	1,5	1,5			6	1	0,5	0,5			2
PLAN 2004	Expresión Gráfica y DAO I	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	?	?	?			?	?	?	?			?
PLAN 2009 (EEES)	Expresión Gráfica en la Ingeniería	1º	basica	ninguno	cuatrimestral 15 semanas			2,4		3,6	6			60		90	150

EPSEM (1º)	TIPO ASIGNATURA					créditos : créditos ECTS						horas / semana : horas / curso (EEES)					
	nombre asignatura	curso / cuad.	tipo	prerequisitos y correquisitos	duración	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total
PLAN 1972	Dibujo Técnico	1	troncal	ninguno	anual 30 semanas	18					18	3	3				6
PLAN 1995	Dibujo I	1	obligatoria especialidad mecanica	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	1,5	3	1,5			6	1	2	1			4
	Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador	1	obligatoria especialidad quimica	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	1,5	1,5	1,5			4,5	1	1	1			3
PLAN 2002	Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador	1	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	1,5	1,5	1,5			4,5	1	1	1			3
PLAN 2009 (EEES)	Expresión Gráfica	1	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas						6	15	0	45	0	90	150

EPSEVG (1º)	TIPO ASIGNATURA					créditos : créditos ECTS						horas / semana : horas / curso (EEES)					
	nombre asignatura	curso / cuad.	tipo	prerequisitos y correquisitos	duración	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total
PLAN 1972	Dibujo Técnico	1º	troncal	ninguno	anual 28 semanas	18					18	4	2	0			6
	Dibujo Técnico y Sistemas de Representación	1º	troncal	ninguno	anual 28 semanas	12					12	4	0	0			4
PLAN 1995 (46)	Expresión Gráfica I	1º/2º	obligatoria	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	4,5					4,5	1	1	1			3
PLAN 2004?	Técnicas Gráficas por Ordenador	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	4,5					4,5	1	0	2			3
PLAN 2009 (EEES)	Expresión Gráfica en la Ingeniería	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	1,5	1,5	3	1,5	0	7,5	10	30	20	0	90	150

ETSEIAT (1º)	TIPO ASIGNATURA					créditos : créditos ECTS						horas / semana : horas / curso (EEES)					
	nombre asignatura	curso / cuad.	tipo	prerequisitos y correquisitos	duración	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total
PLAN 1964	Dibujo Técnico I	1º	obligatoria	ninguno	anual 28 semanas	3	9	0			12	1	3				4
PLAN 1992	Expresión Gráfica I	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	3	3	0			6	1	1				2
PLAN 2005	Expresión Gráfica	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	3	0	3			6	1		1			2
PLAN 2010 (EEES)	Expresión Gráfica I	1º	troncal industriales	ninguno	cuatrimestral 15 semanas						6	34		28	4	84	150
	Expresión Gráfica	1º	troncal aeronautico	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	1,42	0	1,68	0,2	4,2	7,5	35,5	0	42	5	105	187,5

ETSEIB (1º)	TIPO ASIGNATURA					créditos : créditos ECTS						horas / semana : horas / curso (EEES)					
	nombre asignatura	curso / cuad.	tipo	prerequisitos y correquisitos	duración	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total
PLAN 1964?	Técnicas de Expresión Gráfica I	1º	obligatoria	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	1,5?	6?				7,5?	0,5	0,5	4			5
PLAN 1994	Técnicas de Representación Gráfica	2º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	1,5	6				7,5	15	60				75
PLAN 2010 (EEES)	Expresión Gráfica I	2º	obligatoria	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	0,3	2,4	0,36	3,16	1,28	7,5	7,5	60	9	79	32	187,5

EUETIB (1º)	TIPO ASIGNATURA					créditos : créditos ECTS						horas / semana : horas / curso (EEES)					
	nombre asignatura	curso / cuad.	tipo	prerequisitos y correquisitos	duración	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total
PLAN 1972	Dibujo Técnico	1º	troncal	ninguno	anual 30 semanas	6	6				12	2	2				4
PLAN 1995	Expresión Gráfica y DAO I	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	6	1,5				7,5	2	2	1 (Quincena)			4
PLAN 2002	Expresión Gráfica y DAO I	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	1,5	0	3		1,5	6	1	0	2		1	4
prueba piloto 2006	Expresión Gráfica y DAO I	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	1,5	0	3		1,5	6	1	0	2		1	4
PLAN 2009 (EEES)	Expresión Gráfica	1º	troncal	ninguno	cuatrimestral 20 semanas	0,5	1,5	0	0,7	3,3	6	12,5	37,5	0	17,5	82,5	150

EUOOT (1º)	TIPO ASIGNATURA					créditos : créditos ECTS						horas / semana : horas / curso (EEES)					
	nombre asignatura	curso / cuad.	tipo	prerequisitos y correquisitos	duración	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total	prsncl teoría	prsncl problemas	prsncl laboratorio	prsncl actividades dirigidas	no prsncl /aprendizaje autónomo	total
PLAN 1972	Dibujo y Diseño ópticos	?	optativa	ninguno	anual 28 semanas	3	0	6			3	1		2			3
PLAN 1992	Expresión Gráfica	3º	optativa	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	0,5	2,5				3						1
	Diseño de una óptica	3º	optativa	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	0,5	2,5				3						1
	Diseño de monturas	3º	optativa	ninguno	cuatrimestral 15 semanas	0,5	2,5				3						1
PLAN 2003	Diseño Espacios para Óptica	3º	optativa	ninguno	cuatrimestral 15 semanas						4	13	6	24	7	26	76
	Diseño de Gafas	4º	optativa	ninguno	cuatrimestral 15 semanas						4	13	6	16	8	33	76

Ilustración 61. Análisis tipo de asignatura.

La bibliografía recomendada

El análisis de la bibliografía recomendada por el departamento, en los planes de las últimas décadas, nos aporta una visión complementaria al tipo de docencia impartida. Para ello se ha reunido toda la bibliografía expuesta en las fichas de los planes de estudio del anejo “Programaciones Docentes” en una tabla que puede verse al final de este capítulo en tres ilustraciones en formato A3. Se ha procedido agrupando la bibliografía por escuelas y, dentro de ellas, por planes de estudio, toda vez que se inscriben en dos columnas según sea ésta declarada básica o complementaria (en caso de no especificación, se ha considerado siempre bibliografía básica). En general, la bibliografía recomendada en cada uno de los planes, es repetida de forma sistemática para cada uno de los años de aplicación del plan. En caso que hubiese nuevas aportaciones anuales, se ha añadido al grupo de referencias.

Un primer análisis cuantitativo nos permite afirmar que en cada planificación docente siempre ha existido una media de poco más de 8 referencias bibliográficas, de las cuales 5 eran de bibliografía básica y el resto complementaria. Estos parámetros cuantitativos son bastantes homogéneos para cada una de las escuelas y cada uno de los planes. De forma que podemos afirmar que cada una de las secciones se han comportado de manera similar en cuanto a número de referencias bibliográficas. Tampoco es apreciable una variación en el número de enseñanzas en función de la antigüedad del plan, aunque si bien es cierto que en algunos casos de los últimos planes, el número de referencias es un poco más extenso.

En el total de las bibliografías hay 28 autores con más de una cita en cualquiera de las celdas de las tablas de bibliografía recomendada. Ordenados según el número total de alusiones se pueden apreciar en la siguiente ilustración:

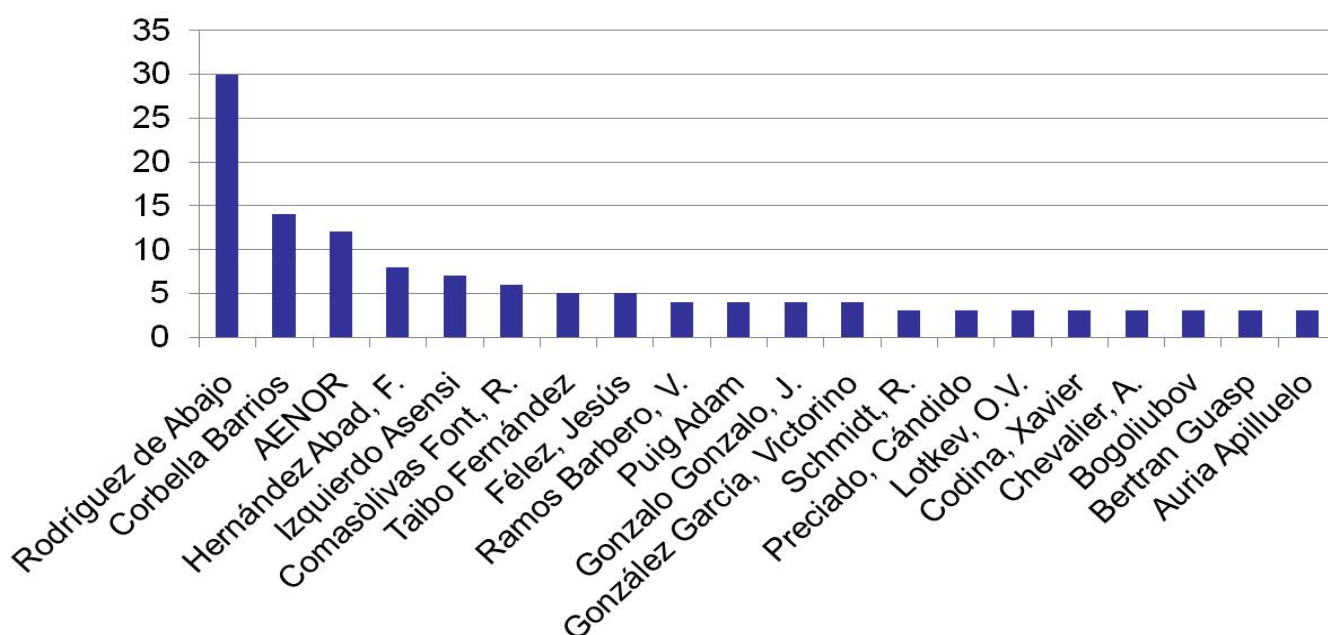


Ilustración 62. Autores más citados. Bibliografía EGE-UPC.

Como se puede apreciar, los autores más citados son los clásicos del área de conocimiento de la ingeniería gráfica: *Rodríguez de Abajo, Corbella Barrios, Izquierdo Asensi*, ocupan tres de las cinco primeras posiciones, junto con las publicaciones de AENOR. En un segundo grupo de citados, están profesores “históricos” del departamento EGE UPC, *Hernández Abad, Comasòlivas Font, Codina*, junto con otros autores de referencia del área: *Taibo Fernández, Félez, Ramos Barbero, Puig Adam, Gonzalo Gonzalo, González García*. Y en un tercer grupo tenemos otros autores y profesores del departamento pero siempre con pocas referencias citadas, nunca más de tres.

Además, hay más de 60 autores recomendados (como primer autor) en las bibliografías de los planes docentes, aunque sea solo una vez:

- Aguayo González
- Alvarez, Victor
- Arnheim, J.
- Arribas, J.
- Ayala
- Bachman, A.
- Basilo Ramos
- Benevolo, Leonardo
- Bern Löbach
- Black, M.
- Blesa, Ramón.
- Burdek, B.
- Cobos Gutiérrez
- Cogollar
- Company, P.
- Costa, J.
- Dieguez Gonzales
- Farrerons, Oscar
- Fernández, J.A.
- French, M.
- García Almirall, Ignasi
- García Mateos, A.
- Gerstner, K.
- Giesecke
- González Gorria
- López, B.
- Maris, Cynthia
- Mata, Julián.
- Mendez López
- Mestres Sarda, J.
- Moreno Conchillo, Luis
- Moreno, Jesus
- Munari.
- Nori, W.
- Omura
- Pipes, A
- Porter, T.
- Prieto, M.
- Rendon Gómez, A.
- Revilla
- Reyes Rodríguez
- Romero Rodríguez
- Ruiz Azpiri
- Sánchez Gallego
- Senabre, C.
- Straneo
- Verdaguer, N.
- Vishnepolski
- Wong, W.
- Yebras, J.
- Campi, I.
- Frutiger, A.
- Isosaki, A.
- Alberoni, F.
- Marly.
- Panero, J.
- Pellissetti, Giuseppe.
- Sparke, P.

De esta síntesis, se puede deducir que la bibliografía propuesta se ha basado en gran medida en referencias a autores clásicos, consolidados, aunque es verdad que en los últimos planes de estudio dichas referencias se han ampliado a nuevos autores. La bibliografía internacional es poco representativa. Gran cantidad de referencias bibliográficas, pero mucha diferencia entre las más recomendadas y las que solo lo son una vez. Otra característica a destacar es que no existe, si exceptuamos a los autores clásicos destacados en el primer grupo, unas referencias bibliográficas comunes al conjunto de las secciones EGE UPC.

EET (1º)	bibliografía básica	bibliografía complementaria
PLAN 1972	CORBELLA BARRIOS. Fundamentos de Sistema Diédrico. Dibujo Técnico 2 CORBELLA BARRIOS. Trazados de dibujo Geométrico. 1970. GONZALEZ GARCÍA, LOPEZ POZA, NIETO OÑATE. Sistemas de representación. Vol. 1. Diédrico. Ed. Texgraf. 1977 GONZALEZ MONSALVE, M; PALENCIA J. Trazado Geométrico. Ed. Escuela Gráfica Salesiana. IZQUIERDO ASENSI. Ejercicios de Geometría Descriptiva. Ed. Dossat. 1987 IZQUIERDO ASENSI. Geometría Descriptiva. Ed. Dossat. 1985. PUIG ADAM P. Curso de Geometría Métrica. Tomos I-III. Ed. Gomez Puig.	DIEGUEZ GONZALES, A. Dibujo geométrico y normalización. SOLA TORRELLA, J. Tratado de dibujo. 2º Curso. Barcelona 1977.
PLAN 1992	BOGOLIUBOV, S. Dibujo Técnico. Ed Mir. 1988. CORBELLA BARRIOS. Trazados de dibujo Geométrico. 1970. IRANOR. Manual de normas UNE sobre Dibujo Técnico. Ed. Iranor. 1983. REVILLA, A; FUENTE, J. Dibujo Asistido por Ordenador. Ed. Donostiarra. 1990. VISHNEPOLSKI, IS. Dibujo Técnico. Ed. Mir. 1987.	CORBELLA BARRIOS. Elementos de Normalización. Dibujo Técnico 3. 1970. LÓPEZ, B; BARTOLOME, JC. Autocad avanzado, v10. Mac-Graw-Hill. 1989.
PLAN 2004	AENOR. Dibujo técnico: construcción y obra civil. AENOR. 1999. GONZALO GONZALO, J. Dibujo geométrico: arquitectura, ingeniería. Donostiarra. 2001 OMURA, G. La biblia de Autocad 2002. Anaya. 2002. RAMOS BARBERO, V; GARCÍA MATÉ, E. Dibujo Técnico. AENOR. 2000. REYES RODRÍGUEZ, A. Autocad para la ingeniería. Anaya Multimedia. 2003.	CORBELLA BARRIOS. Elementos de Normalización. Dibujo Técnico 3. 1970. COMASÓLIVAS FONT, R. Sistema dièdric. Ed. UPC. 2001. SÁNCHEZ GALLEGO, J; VILLANUEVA BARTRINA, L. Dibuix tècnic. Edicions UPC. 2000
PLAN 2009 (EEES)	AURIA APILLUELO; IBAÑEZ CARABANTES; UBIETO ARTUR. Dibujo Industrial. Conjuntos y despieces. Ed. Paraninfo. 2000. BASILO RAMOS, E. Dibujo Técnico. AENOR. COBOS GUTIÉRREZ, C; DEL RIO, G. Ejercicios de dibujo técnico I. resueltos y comentados. Ed. Tebar Flores. 1996. CORBELLA BARRIOS. Técnicas de representación geométrica: Fundamentos de concepción espacial. Ed. Corbella Barrios. FELEZ, J; MARTÍNEZ, M. Dibujo Industrial. Ed. Síntesis. 1995. FRENCH, M. Conceptual Design for Engineers. Ed. Springer. 1998. GIESECKE, F. Technical Draw. Ed. Prentice Hall. 1997. GONZALO GONZALO, J. Dibujo geométrico: arquitectura, ingeniería. Donostiarra. 2001 PUIG ADAM P. Curso de Geometría Métrica. Tomos I y II. Ed. Donostiarra. 1986. RAMOS BARBERO, V; GARCÍA MATÉ, E. Dibujo Técnico. AENOR. 2000. RODRIGUEZ DE ABAJO; ALVAREZ BENGEOA. Curso de dibujo geométrico y de croquización. Donostiarra. 1992	PRIETO, M; SONDESA, MD. Problemas basicos de la Geomtría del Diseño. Ed. ADI Madrid. 1995.

EPSEM (1º)	bibliografía básica	bibliografía complementaria
PLAN 1972	AENOR. Manual de Normas UNE sobre dibujo ARRIBAS, J.; BARTOLOME, J. Dibujo Técnico. CORBELLA BARRIOS. Trazados de dibujo Geométrico. 1970. RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 1. Sistema Diédrico. Donostiarra RODRIGUEZ DE ABAJO. Normalización del Dibujo Industrial. Donostiarra. RODRIGUEZ DE ABAJO. Sistema Axonométrico RODRIGUEZ DE ABAJO. Sistema de Planos Acotados	EDEBE. Colección de FP2 Especialidad Delineación y Mecanica. EDEBE
PLAN 1995	Profesores del departamento, Manresa. Apuntes de Dibujo. CORBELLA BARRIOS. Técnicas de Representación Geométrica. Ed. Corbella Barrios. Madrid, 1983. RODRIGUEZ DE ABAJO. Dibujo Técnico. Donostiarra. 1992. RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 1. Sistema Diédrico. Donostiarra RODRIGUEZ DE ABAJO. Normalización del Dibujo Industrial. Donostiarra AENOR. Manual de Normas UNE sobre dibujo.	EDEBE. Colección de FP2 Especialidad Delineación y Mecanica. EDEBE MENDEZ LOPEZ, CELESTINO. Prácticas de Dibujo Técnico. Ed Donostiearra 1988.
PLAN 2002	CHEVALIER, A. Dibujo Industrial. UTHEA. Mexico 1992. INSTITUTO ESPAÑOL DE NORMALIZACIÓN. Manual de normas UNE sobre Dibujo. Madrid 1983. MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO. Regl.electrotécnico para baja tensión. Madrid, Paraninfo, 2002. MORENO CONCHILLO, LUIS. Linea de Baja Tensión: cálculo rápido por tablas de ordenador. Madrid, Alción, 1981. RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 1. Sistema Diédrico. Donostiarra ROMERO RODRIGUEZ, FORNS SELLARES, MARTIN SALAZAR. Apuntes de dibujo técnico. EPSEM 1995.	
PLAN 2009 (EEES)	COMASÓLIVAS FONT, R. Sistema dièdric. Ed. UPC. 1993. HERNANDEZ ABAD. Lugares geométricos: su aplicación a tangencias. Ed. UPC. 1983 HERNANDEZ, F; HERNANDEZ, V; OCHOA, M; FONT, A. Ingeniería Gráfica. Intr. Normalización. Dep EGE. 2006	GONZALEZ GARCIA, VICTOIRINO. Sistema de represetación. Vol. 1. Sistema diédrico. Valladolid, Texgraf. 1977. IZQUIERDO ASENSI. Geometría Descriptiva. Ed. Dossat. 1985. RAMOS BARBERO, V; GARCÍA MATÉ, E. Dibujo Técnico. AENOR. 2000.

Ilustracion 63. Bibliografía recomendada EET, EPSEM.

EPSEVG(1º)	bibliografía básica	bibliografía complementaria
PLAN 1972	AENOR. Normas UNE sobre Dibujo Técnico. Iranor, Madrid 1983 BOGOLIUBOV, S. Dibujo Técnico. Ed Mir. 1988. CORBELLÀ BARRIOS. Elementos de Normalización. Dibujo Técnico 3. 1970. GONZALO, J. Sólidos geométricos en sistema diédrico. Donostiarra. RODRIGUEZ DE ABAJO; ALVAREZ BENGÓA. Curso de dibujo técnico. Donostiarra. 1984. SOLA TORRELLA, J. Tratado de dibujo. 3º y 4º Curso. Barcelona 1977. TAIBO FERNANDEZ. Geometría Descriptiva y sus aplicaciones. Tomos I-II. Ed. Tebar Flores. 1983	IZQUIERDO ASENSI. Geometría Descriptiva. Ed. Dossat. 1985. IZQUIERDO ASENSI. Ejercicios de Geometría Descriptiva. Ed. Dossat. COGOLLAR. Guía del usuario Auto-Cad . Ed. RA-MA. LAMBURU. Técnicas del Dibujo. Editorial Paraninfo.
PLAN 1995 (46)	BOGOLIUBOV, S. Dibujo Técnico. Ed Mir. 1988. FÉLEZ, Jesús; MARTÍNEZ, María Luísa. Dibujo Industrial. Ed. Síntesis. 1995. GONZALO GONZALO, J. Prácticas de dibujo técnico. Donostiarra. RODRIGUEZ DE ABAJO. Normalización del Dibujo Industrial. Donostiarra. 1993 RODRIGUEZ DE ABAJO; ALVAREZ BENGÓA. Curso de dibujo técnico. Donostiarra. 1984.	AYALA. Trazado y cálculo de calderería. Urmo 1966. BERTRAN GUASP. Sistema diédric directe. Fonamnets i exercicis. Vol.1. Donostiarra. 1995 CORBELLÀ BARRIOS. Elementos de Normalización. Dibujo Técnico 3. 1970. GARCÍA MATEOS, Abelardo. Dibujo de Proyectos. URMO 1974. MATA, Julián; OMS, Joaquín. Teoría de Técnicas de Expresión Gráfica. Edebé 1976. RODRIGUEZ DE ABAJO, ALVAREZ. Curso de dibujo geométrico y croquización. Marfil STRANEO, CONSORTI. El dibujo Técnico mecánico. Montaner y Simón. 1969.
PLAN 2004?		
PLAN 2009 (EEES)	AGUAYO GONZÁLEZ; SOLTERO SÁNCHEZ. Met. del diseño ind. Un enfoque desde la ing.concurrente. RA-MA. 2003 ALVAREZ, Victor. Prácticas de dibujo técnico. Donostiarra. 2001. ARNHEIM, J. Arte y percepción visual. Madrid. Alizanza Editores. 1979. AURIA APILLUELO; IBAÑEZ CARABANTES; UBIETO ARTUR. Dib. Industrial. Conjuntos despieces. Thomson/Paraninfo BURDEK, B. Diseño. Historia, Teoría y Práctica del Diseño Industrial. Barcelona. Gustavo Gili. 1994. FÉLEZ, Jesús; MARTÍNEZ, María Luísa. Dibujo Industrial. Ed. Síntesis. 1995. HERNANDEZ, F; HERNANDEZ, V; OCHOA, M; FONT, A. Ingeniería Gráfica. Intr. Normalización. Dep EGE. 2006 LARBURU ARRIZABALAGA. Técnica de dibujo. Ed. Paraninfo MORENO, Jesús. Dibujo percepción, forma, color y diseño. Sevilla. Mad. 2003 PRECIADO, Cándido; MORAL, Francisco C. Normalización del Dibujo Técnico. Donostiarra. 2004/2006 RODRIGUEZ DE ABAJO. Normalización del Dibujo Industrial. Donostiarra. 1993	BLACK, M. Como se representan las imágenes. En arte, percepción y realidad. Barcelona. Paidós. 1983. MARIS, Cynthia. Como dibujar. Guía completa de sus técnicas de interpretación. Madrid. H. Blume. 2004.

ETSEIAT(1º)	bibliografía básica	bibliografía complementaria
PLAN 1964	GONZALEZ GORRIA, LOPEZ POZA, NIETO OÑATE. Sistemas de representación. Vol. 1. Diédrico. Ed. Texgraf. IZQUIERDO ASENSI. Geometría Descriptiva. Ed. Dossat. 1985. GONZALEZ MONSALVE, M; PALENCIA J. Trazado Geométrico. Ed. Escuela Gráfica Salesiana. PUIG ADAM P. Curso de Geometría Métrica. Tomos I-III. Ed. Gomez Puig. RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 1. Sistema Diédrico. Donostiarra RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 2. Sistema de Planos Acotados. Ed. Marfil 1982	
PLAN 1992	COMASÒLIVAS FONT, R. Sistema dièdric. Ed. UPC. 1993. COMASÒLIVAS; HERNADEZ, TORRELA. Expressió Gràfica. Exercicis. Ed. UPC. 1993. GONZALEZ GARCIA, LOPEZ POZA, NIETO OÑATE. Sistemas de representación. Vol. 1. Diédrico. Ed. Texgraf. HERNANDEZ, OCHOA. Lugares geométricos: su aplicación a tangencias. Ed. UPC. 1983 IZQUIERDO ASENSI. Geometría Descriptiva. Ed. Dossat. 1985. RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 1. Sistema Diédrico. Donostiarra	Equipo. Téc EDEBE. Teoría de Tecnicas de Expresión Gráfica. Ed. Bruño-Edebe. 1981. LOTKEV, OV. Curso breve de Geometría descriptiva. Ed Mir. 1987 LOTKEV, OV. Problemas de Geometría descriptiva. Ed Mir. 1988 RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 1. Sistema Diédrico. Donostiarra SCHMIDT, R. Geometría descriptiva con figuras estereoscópicas. Ed. Reverte. 1985/1986
PLAN 2005	BERTRAN GUASP. Sistema diédric directe. Fonamnets i exercicis. Vol.1. Donostiarra. 1995 COMASOLIVAS FONT, R. Sistema dièdric. Ed. UPC. 1993. GONZALEZ GARCIA, LOPEZ POZA, NIETO OÑATE. Sistemas de representación. Vol. 1. Diédrico. Ed. Texgraf. 1977 HERNANDEZ, F; HERNANDEZ, V; OCHOA, M. Lugares geométricos: su aplicación a tangencias. Ed. UPC. 1993 HERNANDEZ, F; HERNANDEZ, V; OCHOA, M; FONT, A. Ingeniería Gráfica. Intr. Normalización. Dep EGE. 2006 TORRELA, A; VILLA, A; HERNANDEZ, V. Ex. Expressió Gráfica. Geometria Plana. Llocs Geomètrics. Dep. EGE 2007	COMASÒLIVAS, R; HERNANDEZ, V; TORRELA, A. Expressió Gràfica. Exercicis. Ed. UPC. 1993. RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 1. Sistema Diédrico. Donostiarra TAIBO FERNANDEZ. Geometría Descriptiva y sus aplicaciones. Tomos I-II. Ed. Tebar Flores. 1983
PLAN 2010	BERTRAN GUASP. Sistema diédric directe. Fonamnets i exercicis. Vol.1. Donostiarra. 1995 FELEZ, Jesús; MARTÍNEZ, María Luísa. Dibujo Industrial. Ed. Síntesis. 1995. HERNANDEZ, F; HERNANDEZ, V; OCHOA, M. Lugares geométricos: su aplicación a tangencias. Ed. UPC. 1993 HERNANDEZ, F; HERNANDEZ, V; OCHOA, M; FONT, A. Ingeniería Gráfica. Intr. Normalización. Dep EGE. 2006 RAMOS BARBERO, V; GARCÍA MATÉ, E. Dibujo Técnico. AENOR. 2000. RENDON GOMEZ, A. Geometria paso a paso. Vol.1 y 2. Tébar 2001. TORRELA, A; VILLA, A; HERNANDEZ, V. Ex. Expressió Gráfica. Geometria Plana. Llocs Geomètrics. Dep. EGE 2007	AENOR. Normas UNE sobre Dibujo Técnico. Madrid 2005

ETSEIB (1º)	bibliografía básica	bibliografía complementaria
PLAN 1964?	MESTRES SARDA, J. Apunts de Tècniques d'Exptessió Gràfica. Ed. CPDA. 1991. PUIG ADAM P. Curso de Geometría Métrica. Tomo II. Ed. Gomez Puig. 1981. RUIZ AIZPIRI. Geometría descriptiva. Ed. Guadina. 1973. SCHMIDT, R. Geometría descriptiva con figuras estereoscópicas. Ed. Reverte. 1985/1986 TAIBO FERNANDEZ. Geometría Descriptiva y sus aplicaciones. Tomos I-II. Ed. Tebar Flores. 1983	
PLAN 1994	CASTILLO, M; GONZÁLEZ, V; ROMERO, J. Manual de Microstation I. CODINA, X; GARCÍA, I. Geometría Descriptiva para Dibujo Técnico. Diédrico directo, axonométrico. Media. 1996. FERNÁNDEZ, J.A; GISBERT, M. Apuntes de Normas UNE de dibujo comentadas. Barcelona. AENOR. Normas UNE sobre Dibujo Técnico. Madrid 1995 CASTILLO, M; GONZÁLEZ, V; ROMERO, J. Manual de Microstation 95 y Modeler.	BACHMAN, A; FORBERG, R. dibujo Técnico. Barcelona. Ed Labor. 1982. BERTOLINE, G; WIEBE, E; MILLER, C; NASMAN, L. Engineering graphics communication. Irwin 1995. CHEVALIER, A. Dibujo Industrial. Limusa. 1992. EARLE, J.H. Graphics for engineers. Adisson Wesley Pub. 1989. RODRIGUEZ DE ABAJO; GALARRAGA. Normalización del dibujo Industrial. Ed. Donostiarra. San Sebastian 1993. SCHMIDT, R. Geometría descriptiva con figuras estereoscópicas. Ed. Reverte. 1985/1986 TAIBO FERNANDEZ. Geometría Descriptiva y sus aplicaciones. Tomos I-II. Ed. Tebar Flores. 1983 YEBRAS, J; GENIS, A. Microstation 95-2D. Ed Gestión 2000. 1996.
PLAN 2010 (EEES)	COMPANY, P; VERGARA, M; MONDRAGON, S. Dibujo Industrial. Castelló. Universitat Jaume I. 2007 FÉLEZ, Jesús; MARTÍNEZ, María Luísa. Dibujo Industrial. Ed. Síntesis. 1995/2008. GARCÍA ALMIRALL, Ignasi; CODINA, Xavier. Tècniques de representació Gráfica. Exercicis. Edicions UPC 1999. RODRIGUEZ DE ABAJO; GALARRAGA. Normalización del dibujo Industrial. Ed. Donostiarra. San Sebastian 1993. TAIBO FERNANDEZ. Geometría Descriptiva y sus aplicaciones. Tomos I-II. Ed. Tebar Flores. 1983	AENOR. Dibujo Técnico: nomas básicas. Madrid 12001 BERTOLINE, G; WIEBE, E; MILLER, C; NASMAN, L. Engineering graphics communication. Irwin 1995. CHEVALIER, A. Dibujo Industrial. Limusa. 1992. EARLE, J.H. Graphics for engineers. Adisson Wesley Pub. 1989. GÓMEZ GONZALEZ, Sergio. El gran libro de Solidworks. Barcelona. Marcombo, 2008. SENABRE, C; IRLES, F; OLIVA, MA; VALERO, S; ORTIZ, M. Cuaderno prácticas de expresión gráfica. Alicante. ECU 2010

EUETIB (1º)	bibliografía básica	bibliografía complementaria
PLAN 1972	CORBELLA BARRIOS. Fundamentos de Sistema Diédrico. Dibujo Técnico 2. 1970. CORBELLA BARRIOS. Elementos de Normalización. Dibujo Técnico 3. 1970. RODRIGUEZ DE ABAJO. Dibujo Técnico. Donostiarra RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 1. Sistema Diédrico. Donostiarra RODRIGUEZ DE ABAJO. Normalización del Dibujo Industrial. Donostiarra	
PLAN 1995	CORBELLA BARRIOS. Fundamentos de Sistema Diédrico. Dibujo Técnico 2 CORBELLA BARRIOS. Elementos de Normalización. Dibujo Técnico 3 RODRIGUEZ DE ABAJO. Dibujo Técnico. Donostiarra RODRIGUEZ DE ABAJO. Geometria Descriptiva. Vol. 1. Sistema Diédrico. Donostiarra RODRIGUEZ DE ABAJO. Normalización del Dibujo Industrial. Donostiarra	BLESA, RAMIREZ, GALINDO. DAO 2D. Raíz del Diseño Industrial .PPU o EUB.
PLAN 2002	AENOR. Normas UNE sobre Dibujo Técnico. Iranor, Madrid 1983	FARRERONS, O. Prácticas de Diseño Asistido por Ordenador. EUETIB. 2002.
prueba piloto 2006	AENOR. Normas UNE sobre Dibujo Técnico. Iranor, Madrid 1983 CODINA, X; GARCÍA, I. Geometría Descriptiva para Dibujo Técnico. Diédrico directo, axonométrico. Media. 1996. PRECIADO, C. MORAL, FC. Normalización del Dibujo Tecnico. Donostiarra. 2004.	BRIGOS; CODINA; FARRERONS y otros. Dibujo Normalizado. Prácticas de Croquización. EUETIB. 2006
PLAN 2009 (EEES)	AENOR. Normas UNE sobre Dibujo Técnico. Madrid 1997 BRIGOS; CODINA; FARRERONS y otros. Dibujo Normalizado. Prácticas de Croquización. EUETIB. 2006 CODINA, X; GARCÍA, I. Geometría Descriptiva para Dibujo Técnico. Diédrico directo, axonométrico. Media. 1996. PRECIADO, Cándido; MORAL, Francisco C. Normalización del Dibujo Técnico. Donostiarra. 2004/2006	AURIA APILLUELO; IBAÑEZ CARABANTES; UBIETO ARTUR. Dib. Industrial. Conjuntos despieces. Thomson/Paraninfo

EUOOT (1º)	bibliografía básica	bibliografía complementaria
PLAN 1992 Expresión Gráfica	AENOR; RODRIGUEZ DE ABAJO. Normalización del dibujo Industrial. Ed. Donostiarra. San Sebastián 1993. MATA, ALVAREZ, VIRANDO. Dibujo mecánico 2. Ed Edebe. Barcelona 1990. RODRIGUEZ DE ABAJO. Curso de dibujo Geométrico y croquización. Ed. Rodríguez de Abajo. Alcoi 1981. RODRIGUEZ DE ABAJO; ALVAREZ BENGEOA. Curso de dibujo geométrico y de croquización. Donostiarra. 1992 RODRIGUEZ DE ABAJO; GALARRAGA. Normalización del dibujo Industrial. Ed. Donostiarra. San Sebastian 1993. VARIOS. Teoría de Técnicas de Expresión Gráfica. 1.1. y 1.2. Delineación. Ed. Bruño Edebe. Barcelona 1990. VARIOS. Teoría de Técnicas de Expresión Gráfica. 1.2. Rama Metal. Ed. Don Bosco Bruño Edebe. Barcelona.	BERN LÖBACH, Diseño Industrial. Ed GG. Barcelona MUNARI, BRUNO. Diseño y comunicaión visual. Col. Diseño y comunicación visual. Ed. Gustavo Gili. Barcelona COSTA, J. Imagen Global. CEAC. Enciclopedia del Diseño. GERSTNER, K. Las formas del color. Ed. Blume. Barcelona. NORY, W. Principios del diseño en color. Ed GG. Barcelona. WONG, W. Principios del diseño en color. Ed GG. Barcelona.
PLAN 1992 Diseño Optica	BERNLÖBACH. Diseño Industrial. Ed Gustavo Gili. PIPES, A. El diseño tridimensional. Del Boceto a la Pantalla. Ed Gustavo Gili. Barcelona PORTER, T; GOODMAN, S. Manual de diseño para arquitectos, diseñadores gráficos y artistas. Ed Gustavo Gili. 1990. VERDAGUER, N. Evolució històrica del disseny. Ed. Pal Verd.	CAMPI, I. Iniciació a la història del disseny industrail. Ed 62. Col. Massana. FRUTIGER, A. Signos, Símbolos, Marcas, Señales. Ed Gustavo Gili. ISOSAKI, A. Anuari del Disseny Internacional. Ed Gustavo Gili. ROTO VISION. The designer's Index nº2. VARIS. Sidi, 5 años de diseño. Ed. Aram
PLAN 1992 Diseño de monturas	BENEVOLO, Leonardo. Diseño de la ciudad. Volumen I. Curso de Diseño. Ed. Gustavo Gili. Barcelona GERSTNER, K. Las formas del color. Ed. Blume. Barcelona. MUNARI, BRUNO. Diseño y comunicaión visual. Col. Diseño y comunicación visual. Ed. Gustavo Gili. Barcelona PIPES, A. El diseño tridimensional. Del Boceto a la Pantalla. Ed Gustavo Gili. Barcelona PORTER, T; GOODMAN, S. Manual de diseño para arquitectos, diseñadores gráficos y artistas. Ed Gustavo Gili. 1990.	ALBERONI, F. Occhiali Italiani. Anfao. MARLY, PIERRE. Lunetes & Lorgnettes. Hoëbeke. NORY, W. Principios del diseño en color. Ed GG. Barcelona. PANERO, J; ZELNIC, M. Dimensiones humanas en espacios interiores: estandares antropométricos. Barcelona 83 PELLISSETTI, GIUSEPPE. Occhiali & Occhiali. Modena (Italia). Zanfi 1990. ROMERO, JULIUS; ZEBRIK, MARTIN. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Ed. G G. Barcelona SPARKE, P. Diseño en Imágenes. Ed Blume. Barcelona. VARIOS. Teoría de Técnicas de Expresión Gráfica. 1.1. y 1.2. Delineación. Ed. Bruño Edebe. Barcelona 1990.

Criterio de evaluación

La forma de valorar la asignatura-tipo ha variado de forma sustancial a medida que se han ido implementando los diferentes planes académicos, de acuerdo a las teorías al uso y a las posibilidades aparecidas en los últimos años.

De forma genérica podemos destacar que en los primeros planes académicos la docencia era evaluada en gran medida a partir de un examen final. Como podemos apreciar en la tabla de la ilustración aneja, los porcentajes del examen final están entre el 60-80% dependiendo de la escuela. De todas formas, existe gran diversidad, y poca concreción, en estos primeros años dependiendo de las escuelas si atendemos a los datos oficiales publicados en las guías docentes (ver anexo “*Programaciones docentes*”). Ello permite suponer que el sistema de calificación podía ser bastante variable incluso dentro de los mismos planes. En general, y para sintetizar, podemos afirmar que el peso de la nota venía definido en gran parte por el examen final, con unos exámenes parciales con un peso reducido (aunque en algunos planes de alguna escuela éstos podían ser liberatorios del examen final) y poca o nula ponderación de los ejercicios y prácticas realizadas en clase.

A medida que se aprueban nuevos planes docentes se observa una doble casuística. Por un lado, los criterios de evaluación se van aproximando de forma relativa entre las diferentes secciones, a pesar de estar muy lejos aún de unos criterios únicos para todas. Y por otro, destaca la aparición de nuevos elementos de valoración, agrupados en la tabla nº3 bajo el epígrafe “*ejercicios y/o problemas no presenciales*” y “*trabajo y/o proyecto*” (en sus dos opciones presencial o no presencial, y como trabajo en equipo o individual). La aparición de más elementos de puntuación permite aproximarse hacia los criterios del EEES, en cuanto a evaluación continuada de la asignatura; de hecho, en la mayoría de los planes adaptados aparece de forma explícita la “*evaluación continuada*” como política de evaluación. Estos nuevos elementos de valoración solo han sido posibles cuando en las programaciones docentes se empieza a hablar de valorar competencias, además de contenidos, como la competencia del “*trabajo en equipo*” (proyecto) y aparecen valoradas no solo las horas docentes presenciales sino también las no presenciales.

Un análisis más en detalle del criterio de evaluación permite observar que estos nuevos elementos de valoración no se conforman con ser complementarios a los existentes hasta estas nuevas programaciones, sino que en gran medida son los protagonistas de ellas. Así, podemos destacar que el “*proyecto*” tiene una valoración entre el 10%-20% mientras que los “*trabajos/ejercicios no presenciales*” se sitúan entre el 15%-25%, de manera que se puede afirmar que, en los actuales planes en vigor, la tercera parte de la nota que al alumno posee de la asignatura valora una serie de actividades y destrezas inexistentes anteriormente.

Participantes en la asignatura

Parece lógico destacar también, el número de actores participantes en la docencia de las asignaturas de ingeniería gráfica en las diferentes secciones EGE de la UPC. Se han contabilizado la media de los profesores que imparten dichas asignaturas (nombrados en el anejo de “*Programaciones docentes*”) tal y como se puede apreciar en la tabla de la ilustración siguiente. En general las asignaturas se imparten con una media de unos 6 profesores, número que se mantiene de forma estable a lo largo de las diferentes programaciones, aunque en alguna escuela (EUETIB) este número puede aumentar hasta 11, partiendo de sólo 3 en el plan 1972. El número creciente de profesores que imparten la materia parece verificar la necesidad de la figura del coordinador de la asignatura para asegurar la homogeneización de la docencia en cada escuela.

De las fichas oficiales de las programaciones docentes no se puede obtener el número de alumnos matriculados en cada asignatura, como tampoco el número de grupos de teoría, ni el número de grupos de prácticas y/o laboratorio; y por lo tanto desconocemos las ratios de cada uno de ellos. Pero sí que se puede extrapolar lo que ha sucedido en el conjunto del área a partir de los datos de la EUETIB. Se puede apreciar que en un universo de estudiantes constante (entre 500-600) el número de profesores aumenta de forma significativa en cada plan, debido a dos causas. Por un lado por la reducción de las horas de dedicación de clase de cada profesor (en el caso de la EUETIB, más de 12h. en 1972, 12h. en 1995, 8h. a partir de 2000). Y sobre todo, por el aumento de los grupos reducidos (de prácticas y/laboratorio) que significa reducir el ratio alumno/profesor. En el caso particular de la EUETIB, a partir de la aplicación de los criterios del EEES, y su adaptación en 2006, supone la desaparición de los grupos “grandes” de teoría, y la partición del total del alumnado entre 18-22 grupos de máximo 30 alumnos por clase.

EET (1º)	criterio evaluación					participantes			
	examen final	controles parciales	ejercicios problemas presencial	ejercicios probl. no presencial	proyecto/trabajo	profesores (aprox. media)	alumnos (aprox. media)	grupos teoría	grupos prácticas/laboratorio
PLAN 1972			100%			10	?	?	?
PLAN 1992	60%	30%	10%			2?	?	?	?
PLAN 2004		60%	30%		10%	5	?	?	?
PLAN 2009		60%	30%		10%	7	?	?	?

EPSEM (1º)	criterio evaluación					participantes			
	examen final	controles parciales	ejercicios problemas presencial	ejercicios probl. no presencial	proyecto/trabajo	profesores (aprox. media)	alumnos (aprox. media)	grupos teoría	grupos prácticas/laboratorio
PLAN 1972	80%	80% (liberatorios)	20% aprox.			6	?	?	?
PLAN 1995	ev.continua+exámenes (no especificados porcentajes)					6	?	?	?
PLAN 2002	50%		25%	25%		?	?	?	?
PLAN 2009 (EEES)	50%	20%	10%		20%	?	?	?	?

EPSEVG (1º)	criterio evaluación					participantes			
	examen final	controles parciales	ejercicios problemas presencial	ejercicios probl. no presencial	proyecto/trabajo	profesores (aprox. media)	alumnos (aprox. media)	grupos teoría	grupos prácticas/laboratorio
PLAN 1972 (Dib.)	ev.continua y/o exámenes (no especificados porcentajes)					8	?	?	?
PLAN 1972 (SR)	ev.continua y/o exámenes (no especificados porcentajes)					6	?	?	?
PLAN 1995 (46)	85%(70teo.+ 30prct.)		10%		5%	?	?	?	?
PLAN 2004?	ev.continua + examen final (no especificados porcentajes)					3	?	?	?
PLAN 2009 (EEES)		60%	20%	10%	10%	?	?	?	?

ETSEIAT (1º)	criterio evaluación					participantes			
	examen final	controles parciales	ejercicios problemas presencial	ejercicios probl. no presencial	proyecto	profesores (aprox. media)	alumnos (aprox. media)	grupos teoría	grupos prácticas/laboratorio
PLAN 1964		50%	50%			5	?	?	?
PLAN 1992		50%	50%			3	?	?	?
PLAN 2005	35%	20%	30%		15%	2	?	?	?

ETSEIB (1º)	criterio evaluación					participantes			
	examen final	controles parciales	ejercicios problemas presencial	ejercicios probl. no presencial	proyecto	profesores (aprox. media)	alumnos (aprox. media)	grupos teoría	grupos prácticas/laboratorio
PLAN 1964?	optativo (sube nota)	100%				6	?	?	?
PLAN 1994	según reglamento fase selectiva								
	la mejor nota entre nota final 1 y nota final2					6	?	?	?
PLAN 2010 (EEES)	nota final1 : 90% exámenes parciales + 10% proyecto					?	?	?	?
	nota final2 : 30% nota final 1 + 70% examen final								

EUETIB (1º)	criterio evaluación					participantes			
	examen final	controles parciales	ejercicios problemas presencial	ejercicios probl. no presencial	proyecto	profesores (aprox. media)	alumnos (aprox. media)	grupos teoría	grupos prácticas/laboratorio
PLAN 1972	75%	25%				3	500	10	20
PLAN 1995	50%	25%	25%			5	500	9	18/36
PLAN 2002	40%	15%	30%	15%		7	500	8	14
prueba piloto 2006		40%	28%	12%	20%	8	550	0	18
PLAN 2009 (EEES)		40%	28%	12%	20%	11	600	0	22

EUOOT (1º)	criterio evaluación					participantes			
	examen final	controles parciales	ejercicios problemas presencial	ejercicios probl. no presencial	proyecto/trabajo	profesores (aprox. media)	alumnos (aprox. media)	grupos teoría	grupos prácticas/laboratorio
PLAN 1972	33%	33%	33%			2	?	?	?
PLAN 1992 EG		30%	40%		30%	1	?	?	?
PLAN 1992 DO		30%	40%		30%	1	?	?	?
PLAN 1992 DM		30%	40%		30%	1	?	?	?

Ilustración 66. Criterios de evaluación. Participantes.

Los Ejercicios

Se ha podido comprobar una estructura de ejercicios similares en las diferentes secciones EGE, coherentes en gran medida con los contenidos teóricos impartidos. Estos ejercicios se pueden agrupar a grandes rasgos en 4 tipologías

Los ejercicios tipo A consisten en el modelado de objetos a partir de vistas diédricas normalizadas de dichas piezas. Estos ejercicios permiten desarrollar el dominio de modelado 3D mediante el uso de programas CAD 3D mas habituales en el mercado (SolidWork, Autocad,...) También suponen una mínima comprensión de las vistas diédricas para poder comprender la idiosincrasia de la pieza. Son ejercicios que la mayoría de los casos se empiezan a desarrollar en el inicio del curso, de forma que se fuerza a los alumnos a una rápida comprensión de las herramientas CAD. Como a veces ocurre que aún no se han expuesto la teoría correspondiente a las vistas diédricas normalizadas, esporádicamente a los alumnos les cuesta de comprender lo que se está mostrando, por eso una variante de estos ejercicios tipo A contienen además una pequeña perspectiva para mejor comprensión del objeto demandado a modelar. Podemos observar dos ejemplos de esta tipología de ejercicios en las siguientes ilustraciones.

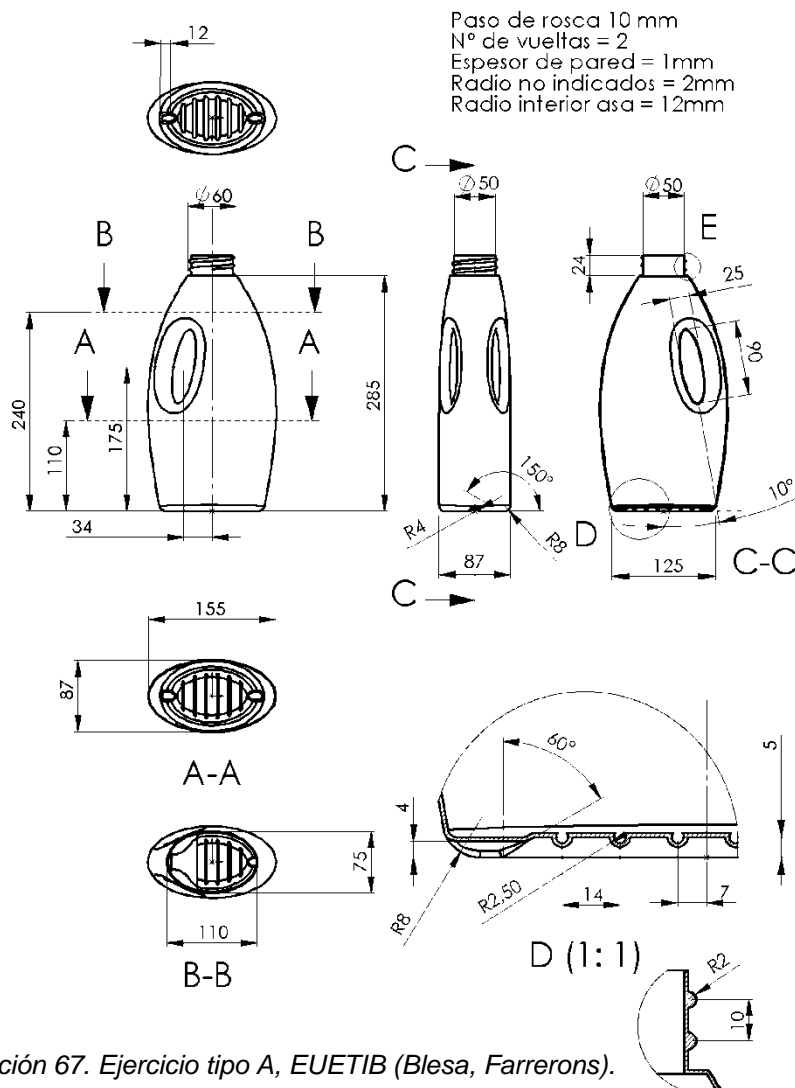


Ilustración 67. Ejercicio tipo A, EUETIB (Blesa, Farrerons).

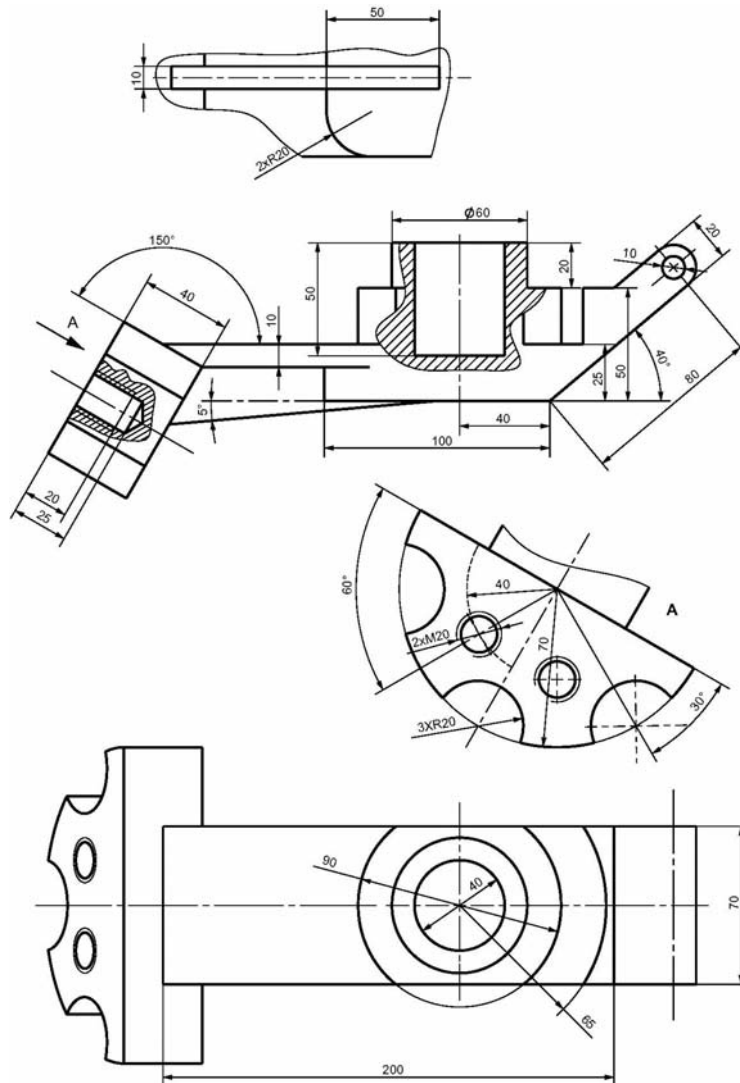


Ilustración 68. Ejercicio tipo A, ETSEIB (García Almirall).

Los ejercicios tipo B permiten practicar las técnicas de modelado, y las normas de representación y acotación en planos. Radican en construir las vistas diédricas normalizadas de las piezas propuestas en axonometricas acotadas o en algunos casos a partir de modelos 3D, que se facilitan a los alumnos en formato digital. En estos ejercicios, antes del uso de los sistemas CAD en las aulas, se procedía a partir de piezas reales que eran ofrecidas a los alumnos para la realización de las prácticas en clase.

En gran medida sucede que los ejercicios tipo A y tipo B suelen ser los primeros exámenes parciales, ya sea de forma conjunta (caso de la ETSEIB) o como dos exámenes separados (por ejemplo la EUETIB) en sesiones diferentes. Se pueden observar ejemplos de ejercicios tipo B en las siguientes ilustraciones.

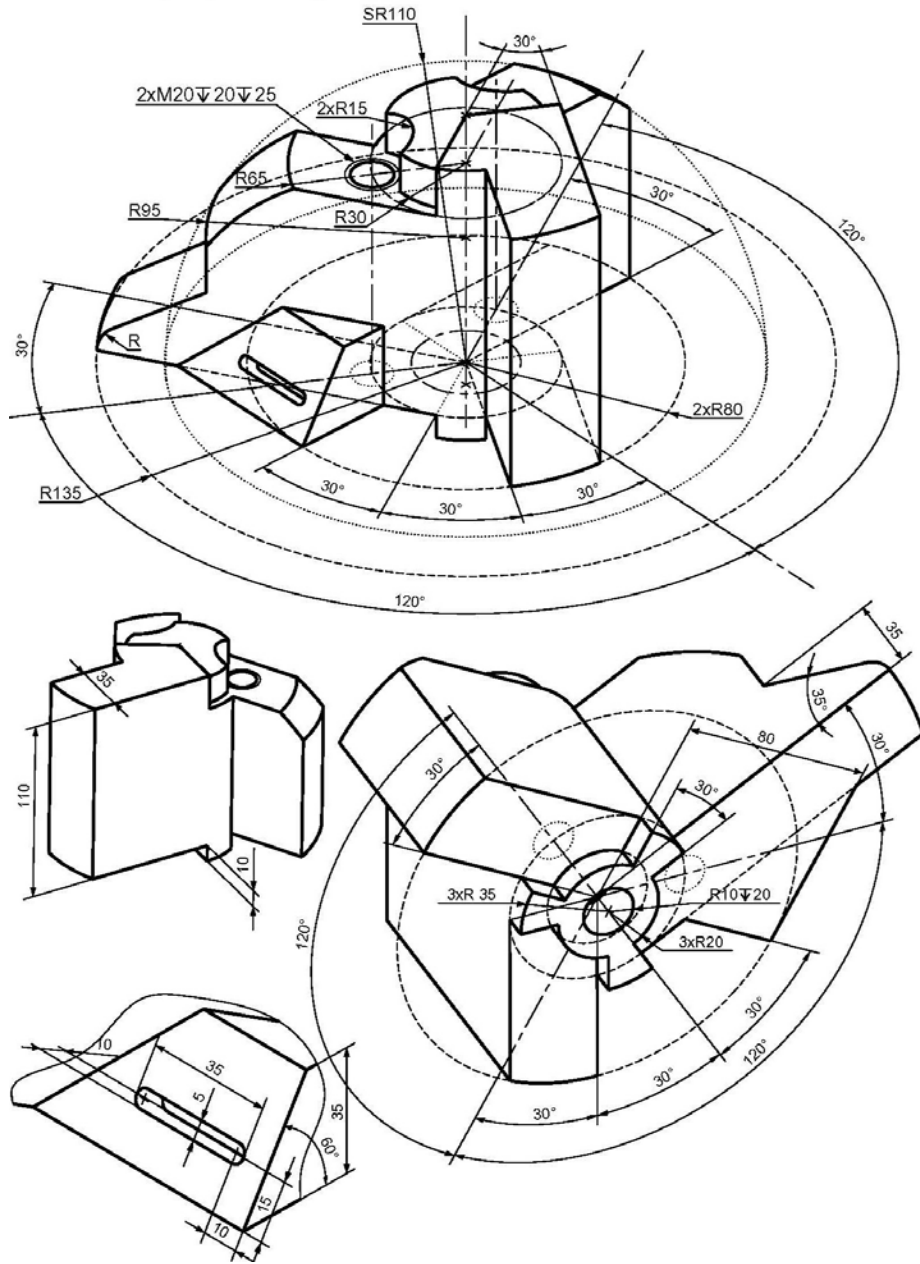


Ilustración 69. Ejercicio tipo B, ETSEIB (García Almirall).

Se puede observar cómo, para el correcto desarrollo del ejercicio, el alumno necesita comprender las acotaciones propuestas del modelo (no solo las dimensionales sino también las que hacen referencia a roscas, etc...), y desarrollar una operativa válida para poder construir el modelo en 3D. Una vez realizado, necesita conocer las directrices teóricas de la Normalización Industrial para presentar las vistas diédricas normalizadas adecuadas para definir de forma inequívoca la pieza propuesta.

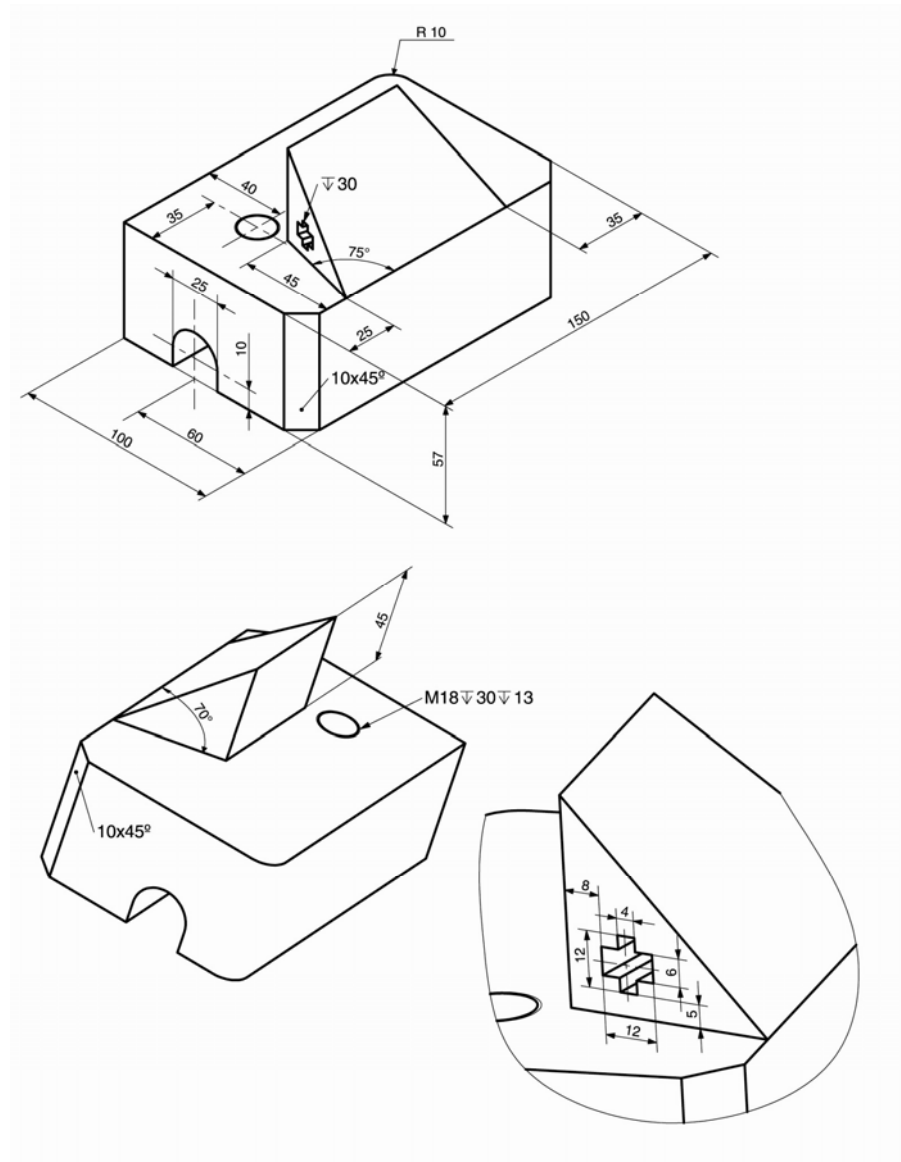


Ilustración 70. Ejercicio tipo B, EUETIB.

Los ejercicios tipo C consisten en la aplicación de la geometría del espacio al modelado de poliedros a partir de sus propiedades métricas. Son ejercicios de métrica elemental, donde se plantean problemas de distancias, ángulos, pendientes dobles, etc... Aplicación de los sistemas de medida en CAD 3D y de las propiedades métricas para la construcción de un determinado poliedro. Este tipo de ejercicios siempre va acompañado de un enunciado muy explícito imprescindible para la resolución del ejercicio propuesto.

Representeu en 3D el conjunt de poliedres de la isometria del que se sap:

- AB és una recta de perfil que és recta de màxim pendent del triangle equilàter ABC, que té un pendent del 8%. Un cub d'aresta 100 està seccionat pel punt mig de les seves arestes mitjançant ABC per una banda i l'hexàgon regular DEFGHI per l'altra.
- En la cara DEFGHI hi ha la base inferior d'un prisma tal que el seu eix r passa pel centre del cub i equidista d'AC, DE i IH. La secció recta del prisma és un rombe. Les quatre cares laterals del prisma tenen el mateix pendent i dues d'elles formen 60° i intersequen en una aresta lateral que dista 5 d'EF. La base superior del prisma dista 180 de l'aresta AC i 160 del vèrtex G.
- Entalladura de forma prismàtica de secció recta quadrada tal que el seu eix s és perpendicular a l'eix r del prisma anterior, el talla en el seu punt mig i té el màxim pendent possible. L'eix s de l'entalladura defineix amb el vèrtex J un pla sJ i un altre pla amb el vèrtex K sK tals que l'angle que forma el pla dels eixos dels prismes rs amb sJ és el doble del que forma rs amb sK.

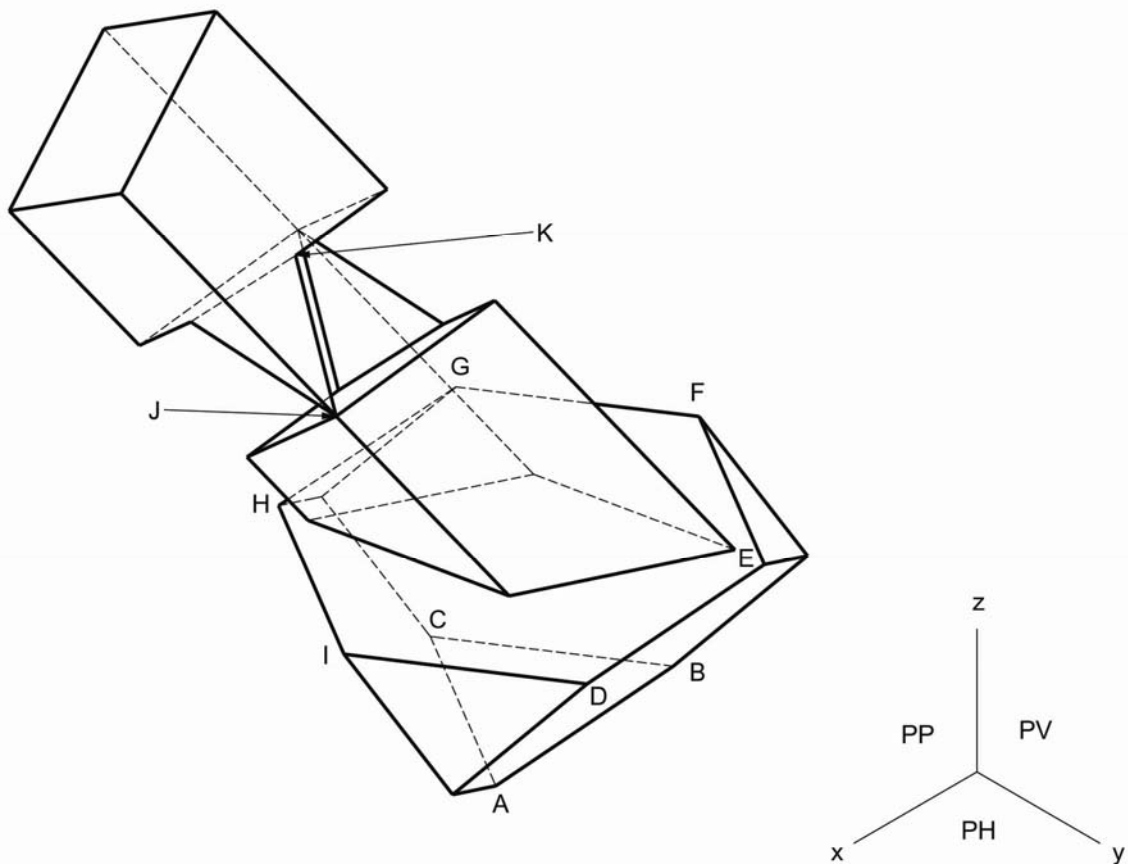


Ilustración 71. Ejercicio tipo C, ETSEIB (García Almirall).

Representar el poliedro de la figura sabiendo que:

- El punto O está en el origen de coordenadas.
- La arista OA es frontal, tiene una pendiente del 60% y mide 80 mm.
- La arista AB está de punta y mide 40 mm.
- La arista OC tiene un ángulo de 30° con el plano Vista Lateral (o Plano de Perfil) y de 140° con la arista BC.
- El plano OCD es vertical y forma un ángulo de 36° con el plano BCDE.
- El plano ABEF es vertical.
- El plano ODEF es horizontal.
- La arista AF está a una distancia de 30 mm de la arista BC.
- Encontrar el punto de intersección INT, entre la esfera y el plano BCDE.

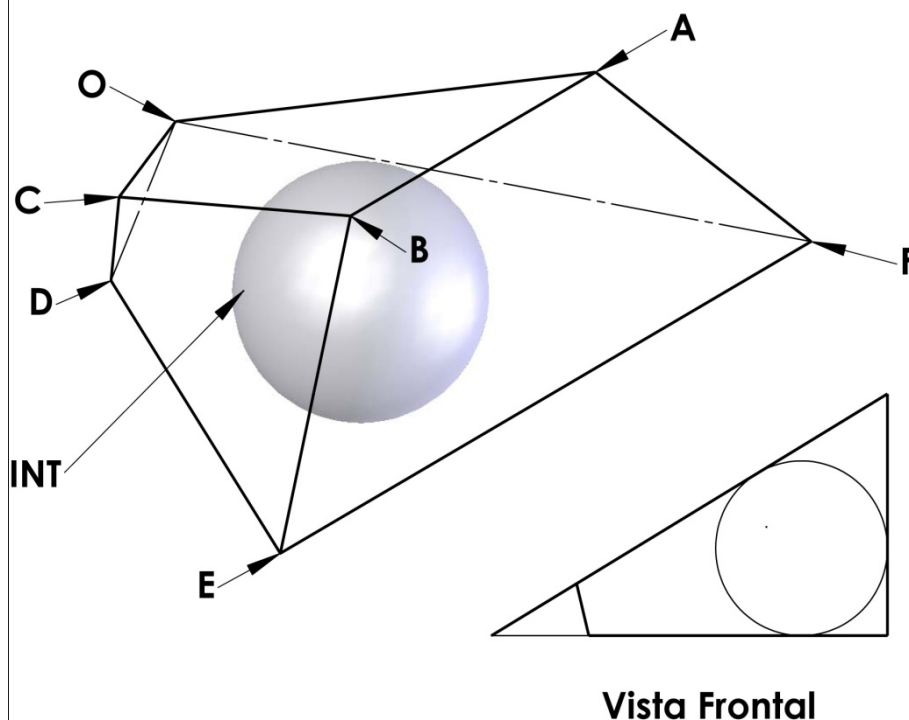
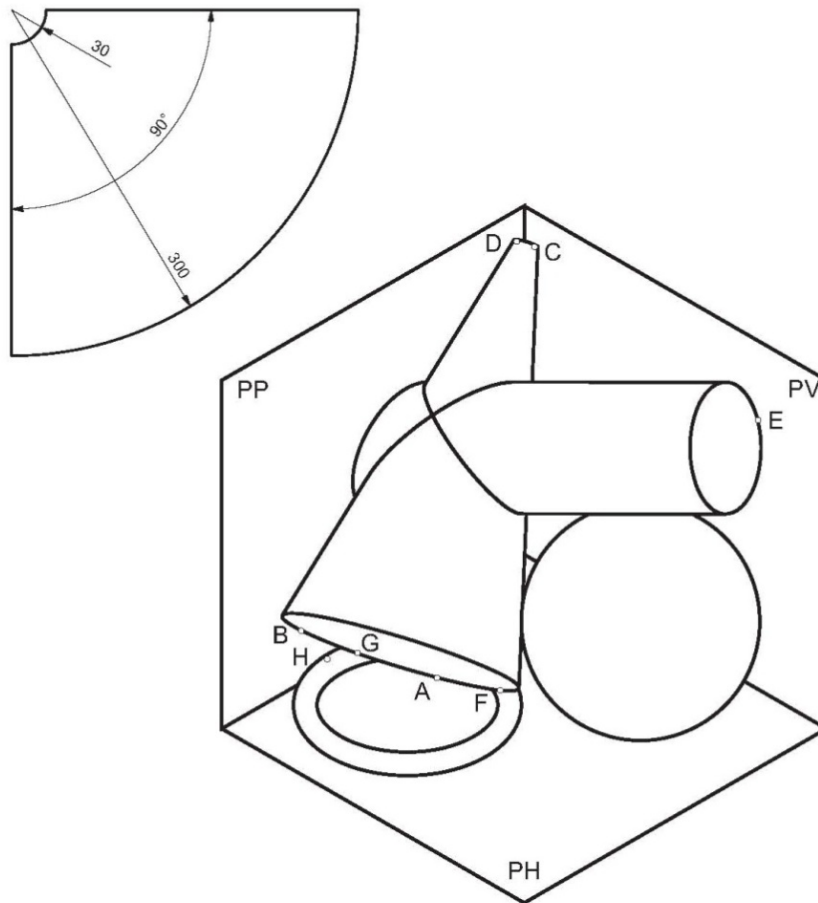


Ilustración 72. Ejercicio tipo C, EUETIB (Brigos).

Los ejercicios tipo D tratan sobre superficies curvas. Consisten en la aplicación de la métrica y la teoría de superficies a la creación de cuerpos formados por superficies curvas en 3D. Básicamente, las superficies curvas se limitan a esferas, toroides, cilindros y conos de revolución y a sus interacciones. De la misma manera que en los ejercicios tipo C, el enunciado es imprescindible para la resolución del problema propuesto.

Representeu en 3D el conjunt de les superfícies de la isometria, format per:

- Un tronc de con del que es coneix el seu desenrotllament, tal que el seu eix té un pendent del 100%, la seva base inferior és tangent al PH en un punt A i al PP en un punt B i la seva base superior és tangent al PV en un punt C i al PP en un punt D. (3 punts)
- Un cilindre de revolució de radi 40, bitangent al con, limitat, per una banda, per una base circular tangent al PV en un punt E que dista 200 del PH i 200 del PP i limitat, per l'altre banda, pel PP. (2 punts)
- Esfera tangent al PV, al PH, al con i al cilindre. (2 punts)
- Tor que dista 100 de PV, té una circumferència de contacte amb PH, dos únics punts de contacte F i G amb la base del con i un sol punt de contacte H amb PP. (3 punts)



Il·lustración 74. Ejercicio tipo D, ETSEIB (García Almirall).

El proyecto

En la mayoría de las secciones departamentales (EUETIB, ETSEIB) se exige a los alumnos el desarrollo de un proyecto que puede ser propuesto por el profesorado o de libre elección por el alumnado (previa aprobación del profesor). La finalidad del proyecto es la composición y el montaje de un conjunto 3D a partir de las relaciones de posición, el cálculo y la detección de colisiones, los estudios de movimiento, la representación diédrica normalizada de cada una de las piezas y del conjunto montado, su despiece y una axonometría en explosión, siguiendo las especificaciones geométricas y funcionales del mecanismo en cuestión.

Las diferentes secciones varían en criterio en cuanto a considerar este proyecto como un trabajo en grupo o individual. Entre las secciones departamentales que proponen este proyecto como trabajo en grupo (EUETIB) se destaca la posibilidad de la existencia de un componente de calificación entre iguales, es decir los alumnos del grupo deben decidir con distribuir las notas entre ellos. Se trabaja en métodos basados en grupo, y se califica la competencia transversal “Trabajo en Equipo”. En otras secciones (ETSEIB) el proyecto es individual.

En algunas secciones (EUETIB) se pide también la entrega de los croquis a mano alzada realizados para la composición de las diferentes piezas, permitiendo también la evaluación de dicha competencia.

En todos los casos se pide la presentación de todos los ficheros digitales, y la presentación del proyecto en formato papel mediante las especificaciones oportunas previamente fijadas. Los planos se presentaran siempre en formatos normalizados (A4, A3, A2, A1) convenientemente plegados.

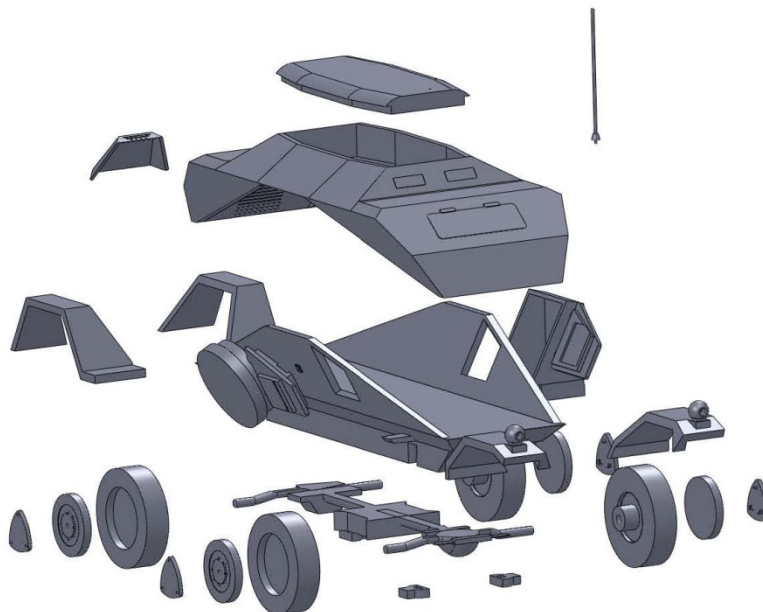
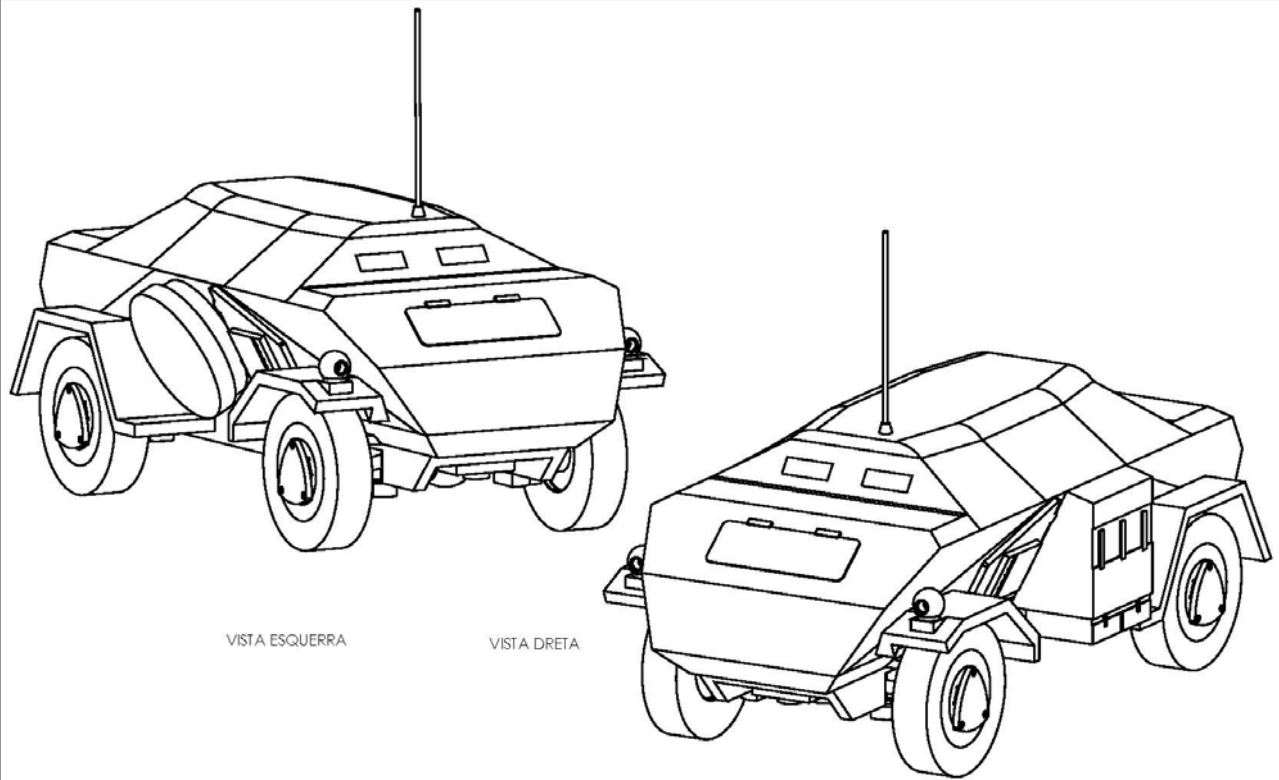


Ilustración 75. Conjunto explosionado, EUETIB (Farrerons).



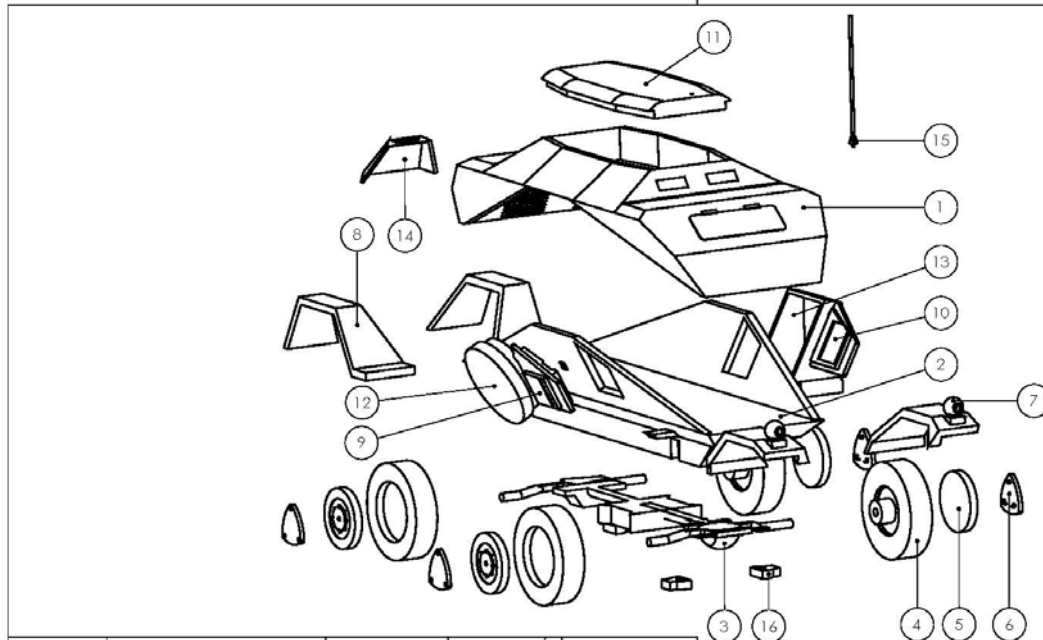
VISTA ESQUERRA

VISTA DRETA

Dibuixat: Ramon Susagna	Grup: T.31	Denominació peça: Vista general	Peça núm.:
Revisat: Oscar Farrerons		Material: Especificat en els dibuixos corresponents	Qtat: 01
Data de lliurament: 10/01/2011		Format: DIN A3	Escala: 4:1
Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona Consorci Escola Industrial de Barcelona		Projectió: 	
ATENCIÓ: no deduiu cotes mesurant directament en el plànol			

Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico

Ilustración 76. Plano perspectiva conjunto, EUETIB (Farrerons).



ITEM NO.	PART NUMBER	QUANTITAT	NUMERACIÓ	DISENYADOR
1	Xaxis superior	1	01	Jaume
2	Xaxis inferior	1	02	Ramon
3	Eix del cotxe	1	03	Ramon
4	Roda	4	18	Alex
5	Llàntries	4	05	Alex
6	Protecció Roda	4	17	Alex
7	Protecció rodes davanteres	2	07	Francisco
8	Protecció rodes posteriors	2	08	Francisco
9	Porta Dreta	1	19	Alex
10	Porta Esquerra	1		Alex
11	Protecció superior	1	16	Jaume
12	Roda de recanvi	1	11	Ramon
13	Caixa de ferramentes	1	12	Francisco
		1	13	Francisco
		1	14	Francisco
		4	15	Jaume

Dibuixat: Ramon Susagna	Grup: T.31	Denominació peça: Vista explosionada	Peça núm.:
Revisat: Oscar Farrerons		Material: Especificat en els dibuixos corresponents	Qtat: 01
Data de lliurament: 10/01/2011		Format: DIN A3	Escala: 2,5:1
Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona Consorci Escola Industrial de Barcelona		Projectió: 	
ATENCIÓ: no deduiu cotes mesurant directament en el plànol			

Licencia educacional de SolidWorks
Sólo para uso académico

Ilustración 77. Plano ensamblaje explosionado, EUETIB (Farrerons).

En la ETSEIAT existe un proyecto en la asignatura de 1er curso que valora la competencia genérica de “Creatividad, Emprendeduría, e Innovación”, y otro proyecto en la asignatura de 2º, cuyos objetivos específicos declarados son: “1- Enseñar a un alumno a abordar la parte gráfica de un proyecto, orientarlo sobre los diferentes tipos de proyectos, sus características y dificultades. 2- Ayudar al alumno a desarrollar la parte gráfica de un proyecto abierto, de dificultad adecuada al mismo tiempo que se dispone a realizarlo. 3- Conocer las características de los dibujos que integran la representación gráfica del proyecto de un mecanismo, proyecto de instalación o diseño de un prototipo. 4- Identificar y representar aquellos elementos que, teniendo una representación gráfica normalizada, requieren el conocimiento de una simbología específica y son parte habitual en la fabricación de mecanismos de diferentes disciplinas (...) 5. Realizar y representar un proyecto integrado que sirva para verificar el grado de conocimiento adquirido a lo largo del curso”²⁹⁴

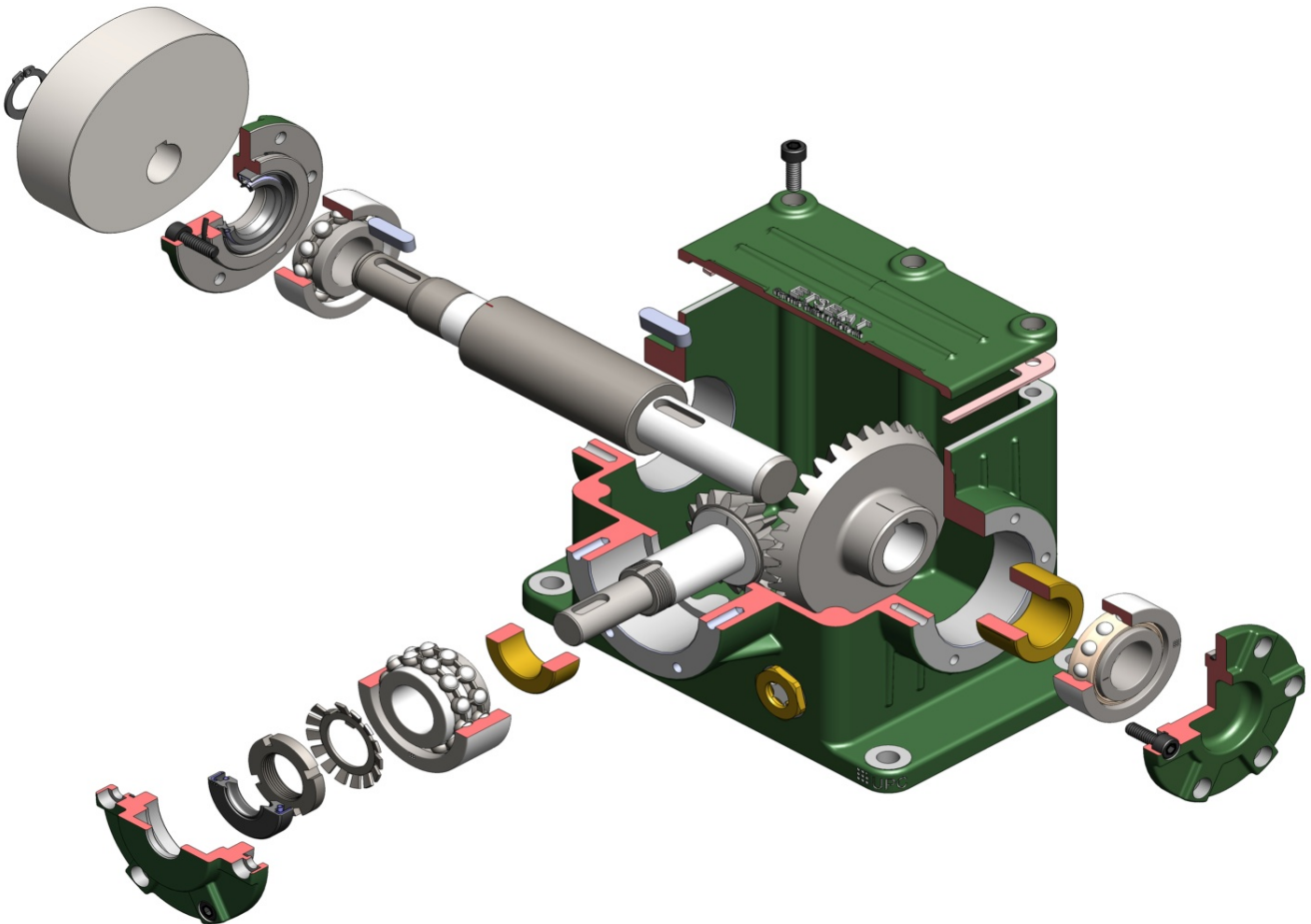


Ilustración 78. Conjunto explosionado, ETSEIAT, EPSEM (Romero).

²⁹⁴

<http://www.etseiat.upc.edu/estudis/plans-destudi/plans-destudi-adaptats/arxiu/arxiu-grau-en-enginyeria-en-tecnologies-industrials/220089.pdf>

Grados en Ingeniería

Los estudios de Grado, adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior, tienen como finalidad la obtención por parte del estudiante de una formación general orientada a la preparación del ejercicio profesional. La metodología aplicada a este nuevo enfoque pone el énfasis en los estudiantes como protagonistas del proceso de aprendizaje (medido en créditos ECTS). Los títulos de grado son de 240 créditos ECTS, que equivalen a un periodo mínimo de estudios de 4 años, y contienen una formación teórica y práctica distribuida en las siguientes materias: formación básica, materias obligatorias, materias optativas, prácticas externas y trabajo final de grado. El precio medio del cuadrimestre para el curso 2011-12 es de 680 €. Todos los datos expuestos en este apartado estén extraídos del portal “Grados y 2º ciclo” de la UPC²⁹⁵.

Los grados ofrecidos en las escuelas de ingeniería donde el departamento EGE de la UPC tiene docencia son un total de 13, agrupados en tres áreas diferentes: 10 en el área de la “Ingeniería Industrial”, 2 en el área de la “Ingeniería Aeronáutica”, y 1 en el área de “Ciencias y Tecnologías de la Salud”. En la siguiente tabla podemos ver los grados ordenados de más a menos impartidos en las diferentes escuelas (las 7 con docencia EGE UPC, más dos centros adscritos), donde se demuestra que los grados más impartidos son aquellos herederos de las antiguas especialidades industriales.

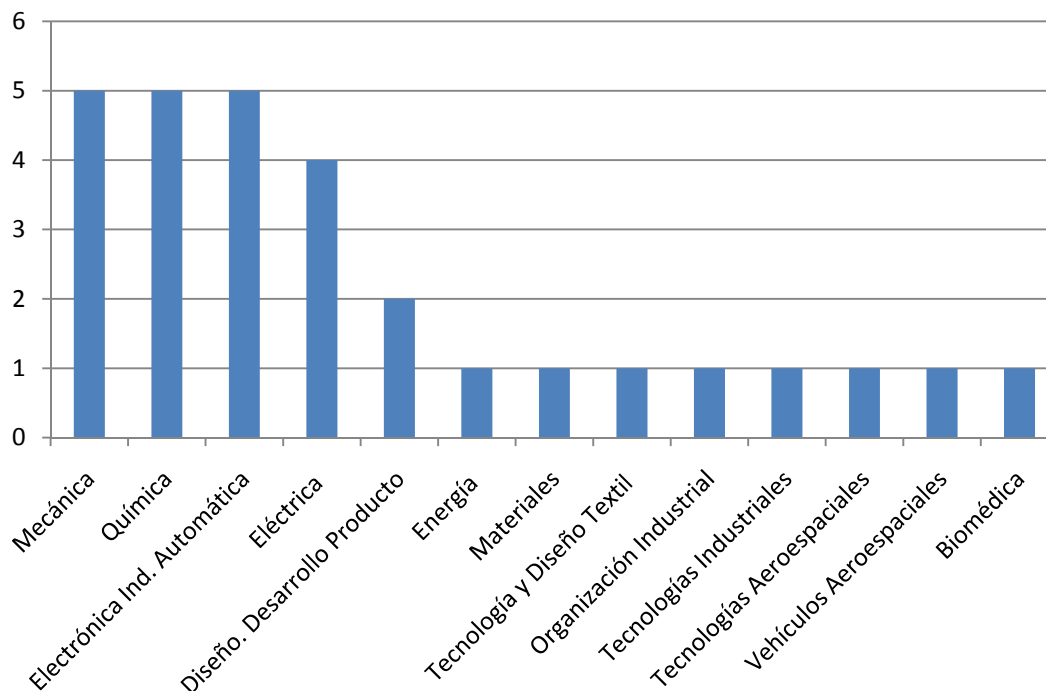


Ilustración 79. Grados impartidos con docencia EGE UPC

²⁹⁵ <http://www.upc.edu/aprender/estudios/grado-y-2-ciclo>

Grados ámbito Ingeniería Industrial

Grado en Ingeniería Eléctrica

El Grado en Ingeniería Eléctrica habilita para el ejercicio de la profesión regulada de ingeniero técnico industrial, ofrece la formación adecuada para ejercer la dirección y gestión de proyectos de ingeniería relacionados con la gestión de sistemas eléctricos, de instalaciones de alta, media y baja potencia, de automatización de máquinas y líneas de producción industrial y la generación y distribución de la energía eléctrica. Los nuevos ámbitos emergentes como la tracción eléctrica y el desarrollo de las energías renovables, por ejemplo la generación de energía en sistemas eólicos y fotovoltaicos, también formarán parte de tu campo de actuación profesional. Estos estudios de grado posibilitan el acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería Eléctrica para el curso 2011-12: EUETIB, EET, EPSEM, EPSEVG.

Grado en Ingeniería de la Energía

El Grado en Ingeniería de la Energía ofrece la formación adecuada para ejercer la dirección y gestión de proyectos de ingeniería relacionados con todo el proceso de generación, transporte y distribución de energía, de la eficiencia y de ahorro energéticos. También permite diseñar políticas energéticas de ahorro, sostenibilidad y racionalidad en el uso de la energía. Además de proyectos relacionados con las energías convencionales, posibilita llevar a cabo proyectos relacionados con energías renovables como la eólica, solar, térmica, fotovoltaica, biomasa, geotérmica, biogás o biocarburantes. Este estudio de grado ofrece acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería de la Energía para el curso 2011-12: EUETIB (titulación única en Cataluña).

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

El Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática habilita para el ejercicio de la profesión regulada de ingeniero técnico industrial, ofrece la formación adecuada para ejercer la dirección y gestión de proyectos de ingeniería relacionados con el automatización y la robótica industrial, los sistemas electrónicos de control, la instrumentación electrónica analógica, digital y de potencia. Asimismo, permite diseñar y gestionar instalaciones industriales, máquinas automáticas y trabajar en tareas de implementación y mantenimiento de equipos e instalaciones industriales. Este estudio de grado ofrece acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática para el curso 2011-12: EUETIB, EET, EPSEM, EPSEVG, EUPMT.

Grado en Ingeniería Mecánica

El Grado en Ingeniería Mecánica, habilita para el ejercicio de la profesión regulada de ingeniero técnico industrial, da la formación adecuada para ejercer la dirección y gestión de proyectos de ingeniería relacionados con el diseño de máquinas y de sistemas de producción industrial, de herramientas CAD, CAM y CAE, el diseño y la construcción de instalaciones industriales, los criterios de selección de materiales, diseño y construcción de sistemas de climatización y refrigeración industriales, o proyectos relacionados con la ingeniería de fluidos. Este estudio de grado ofrece acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería Mecánica para el curso 2011-12: EUETIB, EET, EPSEM, EPSEVG, EUPMT.

Grado en Ingeniería Química

El Grado en Ingeniería Química habilita para el ejercicio de la profesión regulada de ingeniero técnico industrial, permite orientar el futuro profesional del estudiante en tareas de diseño, gestión, y dirección de industrias químicas, farmacéuticas, agroalimentarias y biotecnológicas, así como en industrias de servicios del ámbito del agua, el gas y los combustibles. Permite participar en proyectos de transformación de materia y energía, de tratamiento de la contaminación y de ensayos y de control de calidad, aplicando conocimientos sobre las normativas vigentes para la gestión sostenible. Este estudio de grado ofrece acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería Química para el curso 2011-12: EUETIB, EEI, EET, EPSEM, ETSEIB.

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

El Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto forma como profesional cualificado para desarrollar actividades de diseño industrial y desarrollo de productos. El campo de actuación abarca el análisis y el diagnóstico de productos y procesos, el diagnóstico en innovación y estrategia de empresa, la composición y análisis de formas, la modelización, simulación y desarrollo de prototipos, ergonomía y la estética industrial, tanto de productos como de procesos industriales. Este estudio de grado ofrece acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto para el curso 2011-12: EET, EPSEVG.

Grado en Ingeniería de Materiales

El Grado en Ingeniería de Materiales forma para ejercer la actividad laboral en ámbitos con la dirección técnica y la ingeniería de producción, la dirección y gestión de proyectos de garantía y calidad de materias primas, el diseño de nuevos materiales para utilizarlos en todos los campos industriales o la modelización de procesos de producción o tratamiento de materiales. Este estudio de grado ofrece acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería de Materiales para el curso 2011-12: ETSEIB.

Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil

El Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil habilita para el ejercicio de la profesión regulada de ingeniero técnico industrial, permite conocer los fundamentos de los materiales y procesos textiles, y trabajar en el desarrollo integral de productos textiles y confección industrial, en proyectos relacionados con las estructuras textiles lineales y telas no tejidas (tejidos técnicos y tejidos inteligentes), en las operaciones de tratamiento y acabado de textiles y de biopolímeros, además de poder desarrollar responsabilidades en el ámbito de la logística y la gestión del negocio de ámbito global. Este estudio de grado ofrece acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil para el curso 2011-12: EET.

Grado en Ingeniería en Organización Industrial

El Grado en Ingeniería en Organización Industrial proporciona formación tecnológica y de gestión, con conocimientos técnicos propios de la ingeniería y de la gestión y administración de empresas, como las tecnologías de fabricación, la organización y gestión de la producción, los sistemas de información o la estrategia de empresa, la economía y las finanzas. Permite ejercer profesionalmente en el ámbito de la dirección de empresas industriales y de servicios, y trabajar en proyectos y operaciones relacionados con la gestión de recursos humanos, la dirección de departamentos, la producción, la logística, la innovación, la calidad o la sostenibilidad. Este estudio de grado ofrece acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería de Organización Industrial para el curso 2011-12: EEI.

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

El Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales recoge los contenidos formativos fundamentales que integran los estudios de Ingeniería Industrial. Estos estudios proporcionan conocimientos de todas las tecnologías industriales, con una visión multidisciplinar e integradora de la ingeniería, incluyendo también los aspectos de gestión y las necesidades sociales y medioambientales. Ofrece una gran versatilidad para adaptarte a nuevas situaciones y asimilar los futuros avances tecnológicos que la industria necesite incorporar para la mejora de sus productos y procesos. Aporta los conocimientos necesarios para proyectar y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos industriales. Este estudio de grado ofrece acceso a los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales para el curso 2011-12: ETSEIB.

Grados ámbito Ingeniería Aeroespacial

Grado en Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales

El Grado en Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales recoge todos los contenidos formativos fundamentales que integran los estudios de Ingeniería Aeronáutica. Con este grado el estudiante logra una gran versatilidad para adaptarte a nuevas situaciones y asimilar los futuros avances tecnológicos de la industria aeroespacial, y puede desarrollar su carrera profesional en todos los ámbitos vinculados a las aeronaves y los vehículos espaciales, en cuanto al diseño, proyecto, fabricación, operación y mantenimiento, y las infraestructuras necesarias. También permite trabajar en proyectos de planificación y construcción de aeropuertos, gestión de empresas aeronáuticas, proyectos medioambientales y de seguridad, o en actividades de investigación aeronáutica y espacial.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales para el curso 2011-12: ETSEIAT.

Grado en Ingeniería en Vehículos Aeroespaciales

El Grado en Ingeniería en Vehículos Aeroespaciales habilita para el ejercicio de la profesión regulada de ingeniero técnico aeronáutico, permite trabajar también en todos los ámbitos vinculados a las aeronaves y los vehículos espaciales, tanto en cuanto al diseño, proyecto, fabricación, operación y mantenimiento, como las infraestructuras relacionadas. Además proporciona un amplio conocimiento de materias básicas, científicas y tecnológicas, que facilitan el aprendizaje de nuevos métodos y dotan de una gran versatilidad para adaptarte a nuevas situaciones y

para asimilar los futuros avances tecnológicos que la industria necesite incorporar de cara a la mejora de sus productos y procesos.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería en Vehículos Aeroespaciales para el curso 2011-12: ETSEIAT.

Grado ámbito de Ciencias y Tecnologías de la Salud

Grado en Ingeniería Biomédica

El Grado en Ingeniería Biomédica proporciona la formación adecuada para ejercer la dirección y gestión de proyectos de ingeniería relacionados con el diseño de equipos de monitorización, diagnóstico y terapia, el diseño de sistemas de información y comunicación aplicados a la sanidad, la telemedicina y la monitorización remota, con el control de calidad de equipos así como también con la electromedicina cardiovascular, neurocirugía y tratamiento del dolor, implantes para cirugía ortopédica y traumatología, productos sanitarios de un solo uso y con la gestión y el asesoramiento técnico de equipos y sistemas biomédicos, con procesos de evaluación y certificación de tecnología médica, entre otros. Un graduado en Ingeniería Biomédica puede desarrollar su actividad profesional tanto en empresas de tecnología biomédica como en departamentos de ingeniería clínica del ámbito sanitario. Este estudio de grado da acceso, entre otros, los másteres universitarios del ámbito de las Ingenierías Industriales.

Escuelas Industriales (UPC) donde se ofrecen estudios de Grado en Ingeniería Biomédica para el curso 2011-12: EUETIB (titulación única en Cataluña).

Los posgrados y los segundos ciclos

El real Decreto 56/2005 indica que *“tiene por objeto regular los aspectos básicos de la ordenación de los estudios oficiales de Posgrado, comprensivos al segundo y tercer ciclos del Sistema Español de Educación Universitaria”* los cuales *“tienen como finalidad la especialización del estudiante en su formación académica, profesional o investigadora mediante la obtención de los títulos de Máster o Doctor”*. El máster debe organizarse de manera que, junto con el grado, abarque un mínimo de 300 créditos ECTS.

En el siguiente gráfico podemos observar como las escuelas industriales de la UPC se han distribuido aproximadamente la carga docente entre grados y segundos ciclos (próximos posgrados). Las escuelas que ofrecen un mayor número de grados para el curso 2011-12 son en general las que disponen de menos estudios de 2º ciclo, y a la inversa.

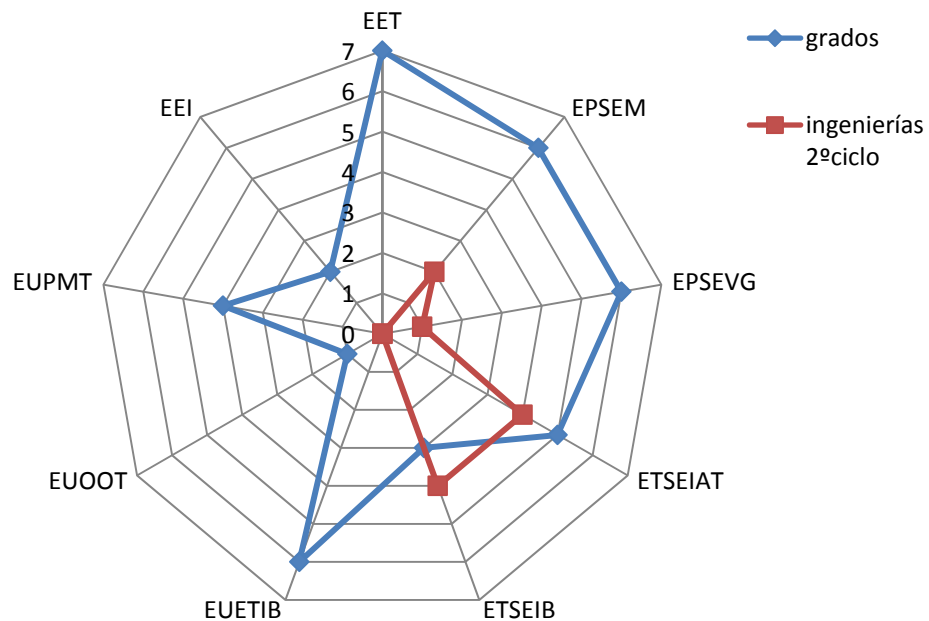


Ilustración 80. Grados y 2ºs ciclos en las escuelas de ingeniería (UPC)

Los segundos ciclos previstos para 2011-12 se concentran en las 4 escuelas politécnicas y superiores y son:

- EPSEM: Ingeniería de Minas, Ingeniería de Organización Industrial (modalidad semipresencial).
- EPSEVG: Ingeniería de Automática y Electrónica Industrial.
- ETSEIAT: Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería de Automática y Electrónica Industrial, Ingeniería de Organización Industrial (modalidad semipresencial), Ingeniería Industrial.
- ETSEIB: Ingeniería de Materiales, Ingeniería de Organización Industrial, Ingeniería Industrial, Ingeniería Química.

CONCLUSIONES

Ámbito docente

El área de conocimiento de la Ingeniería Gráfica se encuentra integrada en departamentos diversos, y en pocas ocasiones dispone de un departamento propio, lo que implica que convive con materias e intereses heterogéneos que dificultan su desarrollo.

Cada implantación de nuevos planes de estudio ha supuesto una reducción de los créditos docentes, tanto en horas de exposición docente como en prácticas y laboratorio.

Los objetivos docentes del área de Ingeniería Gráfica están evolucionando lentamente desde los objetivos históricos (facilitar el desarrollo de la visión espacial, la facilidad para el desarrollo de dibujos industriales) hacia la adquisición de competencias de acuerdo con el nuevo marco del EEES.

Se constata que se ha reducido el tiempo de exposición teórica relativa a sistemas de representación y métodos de trazado bidimensional a favor de un aumento del tiempo dedicado a las prácticas con herramientas digitales desde la introducción del Diseño Asistido por Ordenador.

A pesar del uso de los sistemas CAD y de las TIC para almacenaje y transferencia de la información, sigue siendo necesaria la representación diédrica en formato bidimensional para la presentación y construcción de proyectos.

La yuxtaposición en la aparición de los sistemas de Diseño Asistido por Ordenador junto con las nuevas posibilidades docentes que propician las TIC, han supuesto un replanteamiento de contenidos teóricos y prácticos del área.

Los nuevos métodos y aplicaciones de la tecnología suponen un riesgo para las antiguas competencias del área de Ingeniería Gráfica, toda vez que suponen una oportunidad de dinamización del área para incluir nuevos contenidos.

Ámbito técnico

El Diseño Asistido por Ordenador representa un aumento del conjunto de métodos para el modelado geométrico, de forma complementaria a los sistemas de representación usados en soportes bidimensionales.

A pesar de la implementación de nuevos procedimientos a partir del modelado usando los sistemas de CAD 3D, se observa el mantenimiento del sistema diédrico como razonamiento teórico e instrumento de abstracción.

Los contenidos necesarios de geometría del espacio para el modelado mediante herramientas CAD 3D no varían respecto a los que se requieren en la representación bidimensional.

Los programas de Diseño Asistido por Ordenador han supuesto una reconsideración de parte de los contenidos clásicos de representación gráfica.

Ámbito de innovación educativa

Las TIC han favorecido el cambio en las metodologías de enseñanza-aprendizaje propuestas en el marco del EEES. Se promueve el aprendizaje a lo largo de la vida, basado en problemas y casos prácticos.

El alumnado ha sido uno de los actores influyentes en la transformación del área Ingeniería Gráfica, gracias al interés que despiertan las nuevas tecnologías en ellos. La generalización de los ordenadores personales y el fácil acceso a Internet han permitido sustentar este cambio.

Es necesaria una adaptación de la docencia a la realidad social. Concorre preocupación en el ámbito docente sobre las necesidades que presumiblemente la empresa demanda. Existe gran interés del profesorado en aprender y aplicar nuevos métodos que mejoren la calidad de la docencia, por ello en los congresos se presentan herramientas de apoyo a la docencia.

Parece irrefutable que las TIC influirán de manera significativa en la innovación docente de la Ingeniería Gráfica, Las nuevas tecnologías de soporte a la docencia conducirán inexorablemente a un nuevo cambio de paradigma. No solo plantean un cambio en la forma de aplicar la docencia sino también en los contenidos, por todo ello es el CAD la herramienta “fundamental” de ingeniería gráfica.

Ámbito análisis EGE UPC

Las asignaturas impartidas en las diferentes escuelas de la UPC son de características similares: asignaturas básicas de conocimiento inicial para los ingresados en las ingenierías industriales. Su impartición es mayoritariamente en primeros cursos, con carácter troncal u obligatorio.

La duración de las asignaturas es acorde a su definición de asignatura básica: un curso completo para los planes 64-72 y un solo cuatrimestre para las dos posteriores etapas.

Las asignaturas de Ingeniería Gráfica de la UPC han tenido una carga crediticia descendiente con el paso de los planes académicos, tal y como ocurría en las demás universidades. Se puede afirmar que el paso del primer grupo de planes docentes al segundo supone una merma de cómo mínimo un 50% de la carga crediticia del alumno, y en casos concretos de hasta una reducción de las dos terceras partes de la dedicación.

Se aprecia una gran dispersión entre la distribución de la carga crediticia ECTS entre las asignaturas de las diferentes escuelas de la UPC, con el único rasgo común de una minusvalía general de los créditos teóricos respecto a los planes anteriores al EEES.

Se puede afirmar que cada una de las secciones se ha comportado de manera similar en cuanto a número de referencias bibliográficas, primando una misma bibliografía general, clásica, de autores consolidados, junto con una específica por escuela. No existen unas referencias bibliográficas comunes al conjunto de las secciones EGE UPC. La Bibliografía internacional es escasa. Con los planes de estudios más modernos, aumenta el número de referencias bibliográficas.

A medida que se aprueban nuevos planes, los criterios de evaluación se van aproximando de forma relativa entre las diferentes secciones, a pesar de estar lejos aún de unos criterios únicos para todas. Destaca la aparición de nuevos elementos de valoración, como “*ejercicios no presenciales*” y “*proyecto*”. La implementación del EEES, permite la consolidación de la evaluación continuada de la asignatura.

El número de profesores que imparten cada una de las asignaturas del área ha ido incrementándose de forma paulatina de forma homogénea en todas las secciones. Se aprecia la necesidad de un coordinador de la asignatura.

Hipótesis

En relación con las hipótesis inicialmente formuladas se pueden resaltar las siguientes conclusiones:

Hipótesis 1

El empleo de sistemas informáticos en la docencia de la Ingeniería Gráfica implican nuevas formas de enseñanza de la materia clásica de la geometría del espacio, pero también la desaparición de ciertos contenidos que estaban fuertemente relacionados con las metodologías basadas en el soporte papel.

La informatización completa de las asignaturas de Ingeniería Gráfica suponen la realización de profundos cambios en dos ámbitos diferentes: en la estricta docencia, pero también en la organización de la asignatura.

La informatización de la docencia permite implantar un nuevo paradigma idóneo para la educación, basado en la capacidad de aprendizaje del usuario y estableciendo un diseño apoyado en las teorías del constructivismo. Para que ello sea productivo hay que evitar anteponer el atractivo estético de las nuevas herramientas a las condiciones de interactividad.

La geometría descriptiva es el área de la Ingeniería Gráfica que más fuertemente ha recibido el impacto de la utilización del CAD, hasta el punto de poner en crisis la eficacia de los sistemas de representación clásicos.

La informatización docente permite una mejora en la gestión y el control académico en la asignatura, permitiendo conseguir automatizar las tareas de gestión y control, para mejorar esta labor haciéndola mucho más rápida y eficaz.

Hipótesis 2

El Diseño Asistido por Ordenador supone nuevas oportunidades para el desarrollo del área de Ingeniería Gráfica. Los nuevos contenidos existentes más allá de los clásicos exclusivamente geométricos, son una oportunidad para el área para compensar la disminución de carga académica acaecida en los últimos planes de estudio.

El DAO supone un campo importante de mejora en la calidad de la enseñanza en el área de la Ingeniería Gráfica, toda vez que un eficaz recurso en el proceso enseñanza aprendizaje.

El uso de Aplicaciones Didácticas Interactivas y el DAO de forma conjunta permiten reducir el tiempo en las exposiciones teóricas. Las ventajas que suponen las mejoras de la visualización de modelos, la comprensión de enunciados y soluciones, suponen nuevas oportunidades para la Ingeniería Gráfica.

Las empresas dedicadas a diseño de producto exigen profesionales con conocimientos en el uso de sistemas CAD. El área de Ingeniería Gráfica esta especialmente preparada para ocupar este espacio didáctico.

Hipótesis 3

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación favorecen el nuevo paradigma de enseñanza-aprendizaje impulsado por la plena implantación del Espacio Europeo de Educación Superior.

Los proyectos de mejora e innovación docente están evolucionando hacia espacios de aprendizaje virtuales promovidos por el uso de las TIC. El estudiante puede tener un aprendizaje adaptado a su necesidad.

La importancia de la Enseñanza Asistida por Ordenador radica en que potencia la figura del profesor, posibilitando que dedique más tiempo a las labores más críticas de la enseñanza.

Es imprescindible implementar las TIC en las tareas docentes para mantener la calidad docente y cumplir con las dedicaciones fijadas en los planes de estudio, siguiendo las directrices marcadas en el EEES.

Propuesta

En este capítulo se propone, a razón de la discusión teórica y de su análisis y síntesis llevados a cabo en las partes II y III de este trabajo de investigación, en función de lo analizado en el caso particular EGE UPC (parte IV), y teniendo en cuenta las conclusiones presentadas anteriormente, una propuesta de metodología docente para la mejora de las técnicas didácticas de aprendizaje de la Ingeniería Gráfica.

Partimos de las premisas que estamos hablando de una asignatura tipo de primer año de grado (implementada en muchos grados diferentes, y en variadas escuelas) de carácter troncal, con una carga de 6 créditos ECTS, lo que supone para el alumno de unas 150 horas de trabajo.

Para la propuesta presentada se necesitarían aulas informatizadas a razón de 1 ordenador por estudiante, en grupos de máximo 30 alumnos por profesor.

Los créditos

Parece aconsejable, en función de todo lo analizado en este trabajo, llevar a cabo un reparto de la carga crediticia entre diferentes ámbitos de aprendizaje, con una fuerte dedicación en horas de trabajo (y consecuentemente en créditos) en trabajo en problemas y en actividades no presenciales. La reducción de los créditos dedicados a teoría es posible porque se busca una metodología basada en el autoaprendizaje, para lo cual tienen que estar muy bien desarrollados y especificados los objetivos docentes. La propuesta de reparto de créditos es la siguiente:

<i>Créditos presenciales teoría</i>	<i>0.5 ECTS</i>
<i>Créditos presenciales problemas</i>	<i>1.5 ECTS</i>
<i>Créditos actividades dirigidas</i>	<i>0.7 ECTS</i>
<i>Créditos no presenciales</i>	<i>3.3 ECTS</i>

Ilustración 81. Propuesta de créditos.

A pesar de la existencia de diferentes tipologías de crédito se propone una clase única, donde los conceptos de teoría, problemas o actividades dirigidas se desdibujan, permitiendo un desarrollo continuo entre todos los conocimientos.

Objetivos docentes

Existen unos objetivos generales a cumplir: *Potenciar la concepción espacial. Profundizar el conocimiento. Conocer, Presentar y Practicar la normativa gráfica de las técnicas de representación gráfica más usuales en Ingeniería.*

Es necesario que todos los objetivos tengan asignado un determinado nivel de competencia. Los objetivos docentes se agrupan en cuatro tipos: objetivos para el autoestudio, objetivos para el DAO, objetivos de conocimiento combinado, y objetivos transversales.

Objetivos para el Autoestudio

Son objetivos necesarios para la evaluación continuada, representan los conocimientos teóricos y las competencias de conocimiento y comprensión. Es necesario agruparlos por temas, y especificar de forma clara para el alumno lo que se requiere de cada uno de ellos. Para un mayor éxito docente, se puede vincular cada objetivo con una referencia bibliográfica determinada, donde el alumno podrá comprender el objetivo explicado de una forma clara. Es interesante clasificar cada objetivo con un código alfanumérico. Podemos ver un ejemplo de tabla con objetivos para el autoestudio en la siguiente ilustración.

<i>Describir las reglas generales de selección de Vistas</i>
<i>Enumerar todas las vistas principales en diédrico</i>
<i>Representar, mediante un dibujo, las vistas principales en el método europeo, incluyendo el correspondiente dibujo identificador del método.</i>
<i>Representar, mediante un dibujo, las vistas principales en el método americano, incluyendo el correspondiente dibujo identificador del método.</i>
<i>Representar la disposición de Vistas por flechas de referencia.</i>
<i>Describir y ejemplificar mediante un dibujo, en qué casos se utilizan las vistas ampliadas.</i>
<i>Enumerar y clasificar los tipos de vistas particulares.</i>
<i>Describir y ejemplificar en qué casos se utilizan las vistas particulares.</i>
<i>Describir y ejemplificar mediante un dibujo, la representación convencional de piezas de directriz quebrada.</i>

Ilustración 82. Ejemplo Objetivos autoestudio.

Objetivos para DAO

Específicos para las habilidades prácticas. Se pueden lograr mediante ejercicios a presenciales y/o no presenciales. Es muy importante la existencia de guías que permitan seguir la resolución del ejercicio al alumno, independientemente de algún paso que no sepa realizar. Se pueden usar los tutoriales comerciales de los programas empleados en clases, o transparencias preparadas por el profesor. Se pueden enumerar de la siguiente manera:

Conclusiones.

1. Aplicar técnicas básicas de modelado: Croquis 2D, Modificar; y Operaciones básicas: crear base, saliente, cortar, Visualizar sección.
2. Aplicar técnicas básicas de ensamblado: Agregar, Mover y Girar.
3. Aplicar técnicas básicas de dibujo de planos: Editar Formato y Plantilla, Agregar Vistes estándar, Agregar anotaciones, Imprimir.
4. Practicar técnicas diversas de modelado de superficies. Trabajar con modelado de superficies. Creación de superficies:
 - Primitivas (mediante la especificación de valores)
 - Por desplazamiento (mediante el desplazamiento de líneas, revolución, extrusión y barrido).
 - De recubrimiento (cubren modelos alámbricos)
 - Derivadas (a partir de superficies existentes)
5. Edición de superficies, operaciones de Unión, Recorte, Extensión y Cosido
6. Concepto de superficie biparametrizada y de líneas isoparamétricas.

Objetivos de Conocimiento Combinado

Requieren la aplicación de los conocimientos teóricos de los objetivos para el autoestudio y las habilidades prácticas de los objetivos para el DAO. Se pueden enumerar de la siguiente manera:

1. Resolver croquis acotados de dibujos axonométricos sin acotar
2. Resolver croquis aplicando cortes en las vistas obtenidas.
3. Interpretar y reconocer errores en acotaciones sobre diédrico
4. Interpretar y ejecutar proyecciones diédricas
5. Aplicar e Interpretar los diferentes modos de proyección diédrica
6. Resolver con DAO la representación en 3D de piezas en diédrico acotado
7. Resolver con DAO la representación en 3D de piezas en axonométrico acotado
8. Resolver con DAO los planos acotados de dibujos axonométricos acotados
9. Resolver con DAO un proyecto propio.
10. Aplicar los conceptos de corte en una pieza dibujada mediante DAO.
11. Obtener el modelo 3D a partir de vistas diédricas normalizadas con cortes mediante DAO.
12. Obtener el plano de fabricación de una pieza con las vistas de corte necesarias para su representación correcta mediante DAO.
13. Realizar los planos de una idea o proyecto propio.
14. Emitir un juicio crítico basado en criterios internos o externos

Objetivos Transversales

Permiten desarrollar la competencia transversal de la técnica de trabajo en grupo. Se desarrollan a partir del Proyecto (a desarrollar a partir de un grupo de 3 estudiantes)

Formación de Grupos

Se propone la creación de grupos de trabajo de 3 alumnos. Estos grupos de trabajo desarrollan la competencia de técnica de trabajo en grupo, para desarrollar el proyecto, pero también las técnicas de aprendizaje en puzzle a partir del grupo base.

Los alumnos se denominan como A, B y C, y se les asignan trabajos rotativos y específicos para cada uno. En cada sesión académica se encarga el estudio de un temario concreto (especificado en los objetivos de autoestudio), con diferente encargo para cada integrante del grupo, para ser explicados en la próxima clase en el entorno de grupo. Se utiliza la técnica del experto, el alumno que recibe el encargo de explicar una parte del contenido, desarrolla el tema a fondo, pero también debe estudiar los temas propuestos a los otros estudiantes, para poder comprender el marco conjunto del temario.

Ejercicios del curso

La asignatura se compone de cinco tipos de ejercicios. Ejercicios de Comprensión teórica, Ejercicios de croquización, Ejercicios de DAO no presenciales, Ejercicios de DAO presenciales, Proyecto.

Ejercicios de Comprensión teórica

Ejercicios individuales de carácter diario. Consisten en la respuesta a un breve cuestionario sobre los temas teóricos estudiados de forma individual en casa, y puestos en común en clase a partir de la técnica de aprendizaje cooperativo desarrollado por los grupos de trabajo. Para facilitar la evaluación continuada, se propone una corrección automática a partir de una plataforma de soporte a la docencia, un campus virtual, tipo ATENEA (UPC). Es fundamental que el estudiante tenga un retorno inmediato de las notas para que pueda ver su evolución.

Ejercicios de croquización

Tarea que requiere de un proceso individual del estudiante. Consiste en la representación normalizada “a mano” de un sólido dibujado en axonometría. Pueden usarse colecciones editadas de piezas, o mejor preparar colecciones personalizadas para cada curso. Se considera de gran utilidad realizar una corrección en grupo y guiada por parte del profesor, permitiendo la entrega de los ejercicios una vez corregidos individualmente y en grupo.

Ejercicios de DAO no presenciales

Se trata de ejercicios de tutorización relativamente sencillos. Su finalidad es ayudar a ver al alumno de lo que será capaz de realizar cuando domine las técnicas DAO propuestas. Aunque los profesores pueden preparar expresamente ejercicios para la ocasión, es mucho más interesante usar los tutoriales ofrecidos por el programa informático usado en clase, puesto que son ejercicios que muestran todas

las posibilidades del software, y suelen tener una presentación y explicación muy adecuada.

Ejercicios de DAO presenciales

Se propone la resolución de dos ejercicios de carácter similar para cada sesión, uno en grupo y uno individual. La técnica de trabajo en grupo consiste en la resolución del ejercicio en cuestión cada día en el ordenador de un alumno diferente (solo un único ordenador). Todos discuten y aportan técnicas de resolución, pero solo uno dibuja. Los ejercicios tiene que estas catalogados de forma alfanumérica, y contener un enunciado en formato pdf, mas su respectiva solución en formato digital. Existen cuatro tipos ejercicios tipo:

1. Modelado en 3D a partir de representaciones diédricas normalizadas.
2. Planos de dibujo en representaciones diédricas normalizadas a partir de axonometrías acotadas o sólidos 3D.
3. Ejercicios de geometría del espacio.
4. Ejercicios de superficies.

Proyecto

Se pide a cada grupo el desarrollo de un proyecto (propuesto por el profesorado o de libre elección por el alumnado). La finalidad del proyecto es la composición y el montaje de un conjunto 3D a partir de las relaciones de posición, el cálculo y la detección de colisiones, los estudios de movimiento, la representación diédrica normalizada de cada una de las piezas y del conjunto montado, su despiece y una axonometría en explosión, siguiendo las especificaciones geométricas y funcionales del mecanismo en cuestión.

El proyecto permite varias calificaciones: de los objetivos docentes marcados anteriormente, la competencia “Trabajo en Equipo”, y finalmente la presentación oral y mural que se lleva a cabo.

Se pide la presentación del proyecto en formato papel con los planos en formatos normalizados convenientemente plegados, junto con los croquis a mano alzada realizados para la comprensión de las diferentes piezas. Es necesaria la entrega de todos los ficheros digitales.

Rúbricas

Es necesario que para cada ejercicio / examen se presente la correspondiente rúbrica asociada, conteniendo los descriptores de la calificación. El estudio de ejercicios y exámenes de años anteriores con sus correspondientes rúbricas, permite al alumno tener una idea clara de lo que se le va a pedir para demostrar que ha adquirido los contenidos y las competencias necesarias para superar con éxito el curso.

Evaluación

Se propone como criterio base para la evaluación ponderar de la siguiente manera:

- 40% para la evaluación continuada llevada a cabo durante todo el curso
- 25% para el evaluación puntual de modelado y representaciones diédricas normalizadas
- 15% para evaluación puntual de geometría del espacio y superficies
- 20% para el proyecto.

Evaluación continuada

Contempla tres tipos de ejercicios, algunos de carácter individual, otros de grupo. Los ejercicios de comprensión teórica, prácticamente una por cada sesión, sumarán un total del 70% de la nota de este apartado. Es una evaluación automática, corregida por la propia plataforma virtual de soporte a la docencia. Los ejercicios de croquización suponen el 15%. Se recogerán al finalizar todas las sesiones y en ellos se valorará que los croquis estén corregidos según la solución comentada en clase. Y otro 15% para los Ejercicios de DAO no presenciales. Estos ejercicios se puntuarán con un “superado/no superado”.

Para el éxito docente, es muy importante que la corrección de todos los ejercicios contenidos en la evaluación continuada esté disponible a los alumnos en el mínimo tiempo posible.

Evaluación de modelado y representaciones diédricas normalizadas

Se lleva a cabo mediante dos exámenes de carácter individual. En el primero, realizado en las primeras sesiones del curso, el alumno tiene que construir un sólido 3D a partir de una perspectiva axonométrica o unas representaciones diédricas normalizadas. Este primer examen tiene una ponderación del 5% en el conjunto del curso. El segundo examen se lleva a cabo cuando el curso ya ha desarrollado toda la teoría de normalización industrial. Este segundo examen consiste en la entrega de dos ficheros electrónicos, en el que el alumno habrá construido un modelo 3D y sus representaciones diédricas normalizadas correspondientes, con sus respectivos cortes y detalles necesarios, y completamente acotada.

Si el primer examen tiene la virtud de “meter” al alumno en la asignatura, tiene el defecto que puede suponer una baja valoración puesto que aún estamos en el inicio del curso. Es por esto que el segundo examen permite recuperar el primero en caso de nota positiva.

Evaluación de geometría del espacio y superficies.

Examen de carácter individual llevado a cabo a final de curso. El alumno se evalúa de los mismos conceptos que ha estado desarrollando en los ejercicios que ha ido entregado sobre geometría y superficies. Este examen tiene un peso del 15% en el total de la nota del curso.

Evaluación proyecto

La evaluación del proyecto se basa en un 75% en el propio contenido, según lo declarado en las rúbricas desarrolladas. Esta parte es una nota de grupo. Pero también se valorará de forma individual la presentación y defensa pública del proyecto, con un 15% del total por parte del profesor, y también con una evaluación entre iguales (entre los diferentes grupos) que supone el restante 10%.

Recuperaciones de exámenes

No se prevé la realización de examen final en ningún caso, puesto que esto sería contradictorio con el concepto de evaluación continuada que emana de la política de evaluación propuesta en esta investigación.

Existe la posibilidad de recuperar los exámenes de “*Modelado y representaciones diédricas normalizadas*” y “*Geometría del espacio y superficies*” en las jornadas académicas que otras asignaturas emplean para la realización del examen final. La política de recuperaciones persigue ofrecer al alumno la posibilidad de una segunda oportunidad, con ello se pretende conseguir que el estudiante llegue al mínimo nivel de contenidos y habilidades necesarias para poder superar el curso. Por esta razón, solo pueden presentarse a estos exámenes los alumnos que hayan suspendido la prueba respectiva (nunca puede considerarse un examen para subir nota) Las características de ambos exámenes de recuperación también son particulares: consistirán en una prueba en que el examinado tendrá que demostrar que ha adquirido las mínimas habilidades necesarias, es por ello que la puntuación no será numérica, sino tan solo “*recuperado*” o “*no recuperado*”. En el primer caso la nota del examen recuperado pasará del suspendido al 5, y en el segundo quedará en su versión original.

Recursos on-line

Es imprescindible que la asignatura disponga un espacio operativo en un campus virtual (tipo ATENEA, UPC). El profesor usará la plataforma para:

1. Especificar el plan de trabajo y los entregables de la asignatura
2. Gestionar los entregables permitiendo una retroalimentación al alumno sobre su progreso.
3. Implementar los cuestionarios de autoaprendizaje de la asignatura.

4. Llevar a cabo un seguimiento de la asignatura en cuanto a conexiones de los estudiantes, participaciones...

Sería también muy interesante disponer de un espacio FTP accesible desde internet donde poder colgar informaciones más particulares, además de permitir el trabajo on-line en caso de no funcionar el campus virtual.

Coordinación

Puesto que se trata de asignaturas de primer curso, con gran cantidad de alumnos y profesores es necesaria la publicación de una memoria de la asignatura, que explique, de forma fehaciente para todos, el funcionamiento del curso desde el primer día. En ella se verán reflejadas todas las características de la asignatura, el tipo de créditos impartidos, los objetivos docentes generales y particulares, la existencia de grupos de trabajo, los diferentes ejercicios implementados y sus respectivas rúbricas, la evaluación general del curso, y la particular para cada una de las partes. Esta memoria estará disponible en formato electrónico en el campus virtual. En el caso de escuelas con gran cantidad de profesores impartiendo la misma asignatura es muy recomendable la figura del profesor coordinador, que será responsable de procurar un desarrollo lo más armónico de la asignatura, independientemente de que cada profesor pueda disponer de sus propios ejercicios personalizados complementarios a los generales.

Control de calidad

Es necesario disponer de encuestas propias, independientes de las implementadas por la universidad, para poder detectar mejoras necesarias en el desarrollo de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía general

ACREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY. www.abet.org

AGUER, Mario "La empresa virtual en el marco de la sociedad de la información". Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Barcelona 2000.

ALPISTE, Francesc. "Modelo de formación híbrido para el diseño, producción e integración de contenidos formativos y entornos virtuales de aprendizaje". Tesis doctoral. Barcelona 2002.

ASOCIACIÓN DE ENSEÑANTES DE INFORMÁTICA DE CATALUNYA. Educación e informática. www.aeic.es

BANEGAS. "¿El séptimo hito de las telecomunicaciones?" El País Negocios. 6 abril 2003. Pág. 6.

BATES, A.W. "Como gestionar el cambio tecnológico. Estrategias para los responsables de centros universitarios." Ediuoc. Gedisa Editorial. Barcelona 2001. ISBN 84-8429-400-5

BATLLE, Joan. "El tiempo libre infantil y juvenil". Revista La Factoría nº3

BELLO, y otros. "Los sistemas de información en ingeniería". XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao-Donostia. Junio 1997. Edita Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería EHU. BI-788-97

BENEDITO, Josep. "La arquitectura en la universitat i el territori". Artículo en la revista Inde. Julio 2001

BERMEJO. "Geometría descriptiva aplicada". Editorial Tebar-Flores. Madrid 1996. ISBN-84-7360-159-9

BERMÚDEZ y otros. "Desarrollo del producto: del boceto a la representación en vídeo". Ponencia presentada en el XI congreso internacional de ingeniería gráfica. Bilbao-Donostia. Junio 1997. Edita departamento de expresión gráfica y proyectos de ingeniería de la EHU. BI-788-97

BERTOLINE. "Dibujo en ingeniería y comunicación gráfica" 2ª edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores. ISBN 970-10-1947-4

BLADE, Artur. "Universitats i Desenvolupament Regional a Europa". Conclusiones. Departament de Universitats, Recerca i Societat de la Informació. Direcció General d'Universitats. Octubre 2003. B-44.808-2003

BOONE, Tonya y otros. "The effect of information technology on learning in professional service organizations". Journal of Operations Management. Volume 19, Issue 4, pag. 485-495. Julio 2001.

BORGES DE BARROS, Hernane. "Análisis experimental de los criterios de evaluación de usabilidad de aplicaciones multimedia en entornos de educación y formación a distancia". Tesis doctoral 2002. www.tdx.cbuc.es

BRICALL, Josep M^a. "La universidad, al final del milenio". Ponencia presentada en la Conferencia "Los objetivos de la Universidad ante el nuevo siglo". Universidad de Salamanca, noviembre 1997. www.crue.org

CARO, José L. y otros. "Ejemplo de aplicación de multimedia al dibujo industrial". Ponencia presentada en el VI Congreso Internacional de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Tomo II. Página 307. Universidad de Castilla la Mancha. Toledo 1994. ISBN 84-88248-28-8

CARRETERO, A. y otros. "Enseñanza de ingeniería gráfica asistida por Internet" Ponencia presentada en el XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Volumen I. ISBN 84-699-0473-6. Ed. Secretaría del XI CIIG. Logroño-Pamplona 1999.

CASTELLS, Manuel. Entrevista en EL PAIS, 19-07-98. Suplemento Domingo. Páginas 6 y 7.

CODINA, Xavier "Pasado, presente y futuro de la informatización de la docencia de técnicas de representación gráfica". Ponencia presentada en el XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Volumen III. ISBN 84-699-0475-2. Ed. Secretaría del XI CIIG. Logroño-Pamplona 1999.

COLOBRANS, Jordi. "El doctorando organizado. La gestión del conocimiento aplicada a la investigación.". Mira editores. ISBN 84-8465-061-8. Zaragoza. 2001.

CONSEJO DE UNIVERSIDADES. "El stock de titulados universitarios y su relación con el mercado de trabajo". 1976-86. Ministerio de Educación y Ciencia. 1989. ISBN 84600-7236-3.

CONSEJO DE UNIVERSIDADES. "Profesorado universitario: situación en España y tendencias internacionales". Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. M-24.631. Madrid 2000.

CORBELLA, D. "Elementos de normalización. Dibujo técnico 3". Madrid 1970. Editorial Donostiarra. Deposito legal M-17669-1970.

CRUE. "Hacia un espacio europeo de enseñanza superior". Documento nº25. www.crue.org

DE LA POZA, Josep M^a. "Un tomb de 150 anys d'història. Corporació d'enginyers tècnics industrials de Catalunya (1850-1995)". Edita COETIC. Barcelona 1995. ISBN-B-14376-95

DRUCKER, Peter. "El management del siglo XXI". Edhasa. Barcelona 2000. 1^a edición. ISBN-84-350-1452-5

DRUCKER, Peter. "La empresa en la sociedad que viene". Empresa Activa / Nuevos Paradigmas. Ediciones Urano. Barcelona 2003. ISBN 84-95787-43-1

ENCICLOPÈDIA CATALANA. "Diccionari de la llengua catalana". 11 edició. Barcelona 1990. ISBN-84-85194-45-4

ESTEFANÍA, Joaquín. "La precaria sociedad de la información". El País Domingo. 1 julio de 2001. Página 9.

FADÓN Salazar, Fernando; Cerón Hoyos, José Enrique; Vallejo Lobete, Esther. "Programación basada en competencias. Implantación en ingeniería gráfica. DYNA Ingeniería e Industria. Año 84. Nº2. Marzo 2009. ISSN 0012-7361.

FELEZ, Jesús. "Dibujo industrial". Editorial Síntesis SA. Madrid 1999. ISBN 84-7738-331-6.

FERNÁNDEZ, Federico y J. M^a Monguet. "La comunicació visual" Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya. 2^a edició. 1985. ISBN 84-7653-000-5.

FERNÁNDEZ-CARVAJAL, Rodrigo. "Retorno de la universidad a su esencia". Secretariado de Publicaciones. Universidad de Murcia. 1994. ISBN-84-7684-493-X

FERRATE. "Universidad y nuevas tecnologías. El camino hacia la hiperuniversidad". "La universidad en el cambio de siglo". Madrid. Alianza Editorial.

GABILONDO, Ángel. Entrevista en "El País Semanal" nº 1429. 15 de febrero 2004. Página 18.

GARCÍA ALMIRALL, Ignasi. "Proyecto de informatización de la docencia de Técnicas de Representación Gráfica (TGR) en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona". Ponencia presentada en el XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Volumen I. ISBN 84-699-0473-6. Ed. Secretaría del XI CIIG. Logroño-Pamplona 1999.

GIESECKE, M. "Dibujo técnico". Grupo Noriega Editores. México 1992. 5^a edición. ISBN 968-148-0963-7

GILDER, George. "Telecosm. How infinite bandwidth will revolutionize our world". The Free Press. New York 2000. ISBN0-684-80930-3

GISBERT, Mercé. "Docència i noves Tecnologies: Recomanacions Pedagògiques" ponencia presentada en la jornada "Las TIC en la docencia en la UPC: experiencias realizadas", de 14 de junio de 2002 en la UPC.

GOLOBARDES Ribé, Elisabet y otros. Guía para la evaluación de las competencias en el área de Ingeniería y Arquitectura. AQU. Junio 2009. B-27.204-2009. pág. 7.

GÓMEZ, Asunción y otros. "Ingeniería del conocimiento". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid 1997. ISBN 84-8004-269-9.

GORDILLO, Susana. Conferencia el 17/3/03 en la ETSEIB en el programa de doctorado "Enginyeria Multimedia"

GRIFUL, Eulalia. "Els estudis semipresencials de 2on cicle d'Enginyeria d'Organització Industrial a l'ETSEIT" ponencia presentada en la jornada "Las TIC en la docencia en la UPC: experiencias realizadas", de 14 de junio de 2002 en la UPC.

- GUTIERREZ, Alfonso. "Educación multimedia y nuevas tecnologías". Madrid.
- HANNAH, Richard L. "Merging the intellectual and technical infrastructures in higher education: The internet example". The Internet And Higher Education. Volume 1, Issue 1, pag. 7-20. 1998.
- HELMI, Asleena. "An analysis on the impetus of online education: Curtin University of Technology, Western Australia" The Internet And Higher Education. Volume 4, Issues 3-4, pag. 243-253. 2001.
- JULIÁN, Fernando y otros. "El pensamiento gráfico, un proceso de comunicación" Ponencia presentada XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander, Junio 2002. <http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/xivcongreso>
- KINDER, Hermann. "Atlas Histórico Mundial". Ediciones Istmo. 10ª edición. Madrid 1980. ISBN 84-7090-005-6
- KURZWEIL, Ray. "La era de las maquinas espirituales". Editorial Planeta. Barcelona 1999. ISBN 84-08-03218-6.
- LABORATORIO VIRTUAL. www.paisvirtual.com/educacion
- LAFUERTE, Alberto. El País Negocios. 24 de febrero de 2002. Pág. 20.
- LEVY, Jack, y otros. "Students' perceptions of interpersonal aspects of the learning environment". Learning Environments Research. Volume 6 . pages 5-36. 2003.
- MARTÍN, Carmela. "El fracaso de la política tecnológica". El País Negocios. 21 octubre de 2001. Pág. 5.
- MERRILL, David. "First principles of instruction" Submitted for publication to Educational Technology Research & development. Utah State University. 2002. www.id2.usu.edu
- MONGUET, Josep Mª y otros. "Las comunicaciones multimedia ¿constituyen nuevos ámbitos científicos y técnicos de interés para el área de expresión gráfica en la ingeniería. Ponencia presentada en el Ingegraf 1998.
- MONGUET, Josep Mª. "Aprendizaje a lo largo de la vida y gestión del conocimiento". Editorial de septiembre 2003 del "Laboratori d'Aplicacions Multimèdia" de la UPC. www.lam.upc.com
- MONGUET, Josep Mª. "Espacio Internet. Aprender e investigar en la universidad". Editorial de diciembre 2002 del "Laboratori d'Aplicacions Multimèdia" de la UPC. www.lam.upc.com
- MONGUET, Josep Mª. "La expansión del espacio en Internet" Editorial de marzo 2002 del Laboratori d'Aplicacions Multimedia. <http://lam.e-gim.net>
- MORA, Gines. "Profesorado universitario: situación en España y tendencias internacionales". Cuadernos del Consejo de Universidades. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. M-24.631. Madrid 2000.

NEGROPONTE, Nicholas. "El mundo digital". Ediciones B. Barcelona 1995. ISBN-84-406-5925-3

OLMOS, Agustín. "Nuevas tecnologías y educación en Andalucía". Quadernsdigitals.net/articles/monografico/mononuevas

PAHL, Claus. "Managing evolution and change in web-based teaching and learning environments". *Computers & Education*. Volume 40, Issue 2, pag. 99-114. Febrero 2003.

PALMER, Stuart. "On- and off-campus computer usage in engineering education". *Computers & Education*. Volume 34, Issue 2, Pages 141-154. Febrero 2000.

PEREZ RUBALCABA, Alfredo. "LRU. Universidad y poderes públicos". Ponencia presentada en la Conferencia "Los objetivos de la Universidad ante el nuevo siglo". Universidad de Salamanca, noviembre 1997. www.crue.org

PEREZ, D. y otros. "Expresión gráfica en la ingeniería. Introducción al Dibujo Industrial". Editorial Prentice Hall. Madrid 1998. 1ª edición. ISBN 84-8322-139-X

REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA. "Diccionario de la lengua española". 20ª edición. 1984. ISBN-84-239-4778-5

ROBEY, Daniel y otros. "Information technology and organizational learning: a review and assessment of research" *Accounting, Management And Information Technologies*. Volume 10, Issue 2, pag. 125-155. Abril 2000.

RODRÍGUEZ DE ABAJO, y otros. "Normalización del dibujo industrial". Editorial Donostiarra. San Sebastián 1993. ISBN 84-7063-181-0

SANGRÀ, Albert, y otros. "Projecte astrolabi. 2on informe de l'observatori sobre la implantació i l'ús de les tecnologies de la informació i comunicació a l'ensenyament no universitari." UOC. IN3 Edu Lab. Fundació Jaume Bofill. Barcelona 2000.

SANGRÀ, Albert. "Enseñar y aprender en la virtualidad". *Educación (revista del Departament de Pedagogia Aplicada de la UAB)* nº28, 2001, SIN 0211-819-X.

SANVISENS, Alexandre. Presentación del libro "La comunicació visual" (Fernández, Federico y J. Mª Monguet). Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya. 2ª edición. 1985. ISBN 84-7653-000-5.

SARTORI, Giovanni. "Homo Videns. La sociedad teledirigida". Ed. Taurus. Madrid 1998.

SCHMIDT. "Geometría descriptiva con figuras estereoscópicas". Editorial Reverte. Barcelona 1986. ISBN-84-291-5135-4

SCOTT, Rachael y otros. "Managing technological change in education - what lessons can we all learn?". *Computers & Education*. Volume 26, Issues 1-3, pag. 131-134. Abril 1996.

SUÁREZ, Benjamín. "La Sociedad del Conocimiento: una revolución en marcha". Presentación en la Universidad de les Illes Balears. 8 de Mayo de 2003. biblioteca.uam.es/documentos/Jornadas_REBIUN

SUÁREZ, Javier y otros. "Nuevas tecnologías en la enseñanza virtual a través de la red: gráficos por computador en el campus virtual de aulanet" Ponencia presentada en el XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander Junio 2002. <http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/xivcongreso.html>

TAYLOR, J. "Fifth generation distance education". 25/02/2003. www.icde.org

TERCEIRO, José. "Sociedad digital. Del homo sapiens al homo digitalis". Alianza Editorial. Madrid 1996.

TERCEIRO, José. Entrevista en Ciberpaís de 3 de agosto 2000. Página 9.

THOMAS, Gregory P. "Conceptualisation, development and validation of an instrument for investigating the metacognitive orientation of science classroom learning environments: the metacognitive orientation learning environment scale – science (moles-s)". Learning Environments Research. Volume 6. pag. 175-197. 2003.

ULBRICHT, Vania Ribas y otros. "Caminhando no tempo com a geometria" Ponencia presentada XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander Junio 2002. <http://departamentos.unican.es/digteg/ingegraf/cd/xivcongreso.html>

WEDEMEYER. "Learning at the Back-door". Madison: University of Wisconsin. 1981.

Bibliografía Congresos

ALIAGA Maraver, José Juan; Casati, María Jesús; Rúa, José Jaime. Implantación de metodologías activas basadas en la materialización mediante maquetas de proyectos de ingeniería, con contenidos transversales. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

ALONSO, Ángela; de Cos, Javier; Ortega Fernández, Francisco; García, Rubén; Bello, Antonio. Detección, diferenciación y digitalización automática de cubiertas vegetales en entornos urbanos a través de imágenes en espectro visible e infrarrojo. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

ALPISTE Penalba, Francesc; Brigos Hermida, Miguel; Fernández Sánchez, Joaquín. Entorno virtual de aprendizaje Web de soporte a la asignatura de Oficina Técnica (Proyectos de Ingeniería). Actas del IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2006.

ALPISTE Penalba, Francesc; Torner Ribé, Jordi; Brigos Hermida, Miguel. Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en un entorno semi-presencial de aprendizaje. Actas del XV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valladolid 2007.

ALPISTE Penalba, Francesc; Brigos Hermida, Miguel. Oficina técnica. Web de soporte a la coordinación de la asignatura. Actas del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Barcelona 2004.

ÁLVAREZ Peñín, Pedro Ignacio; 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. Actas del X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga 1988.

ÁLVAREZ Peñín, P.I.; Charro Hernández, M.E.; García Díaz, R.P.; Suarez Quirós, J. Análisis de la utilización de las NNTT en la ETSII de Gijón. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

ÁLVAREZ Peñín, Pedro Ignacio; Pando Cerra, Pablo; García Díaz, Rafael. Análisis del rendimiento de un programa de CAD-3D modular orientado al autoaprendizaje. XIX Congreso INGEGRAF. Asociación Española de Ingeniería Gráfica. Perugia 2007.

ÁLVAREZ Peñín, Pedro Ignacio; Pando Cerra, Pablo; García Díaz, Rafael; Pérez Morales, Máximo. Entorno multimedia para uso docente en materias de expresión gráfica. XVIII Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Barcelona 2006.

ÁLVAREZ Peñín, P.I.; López Brugos, J.A.; García Díaz, R.; 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. X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.

ALVAREZ-MOZOS, J.; Perez, A.; Crespo, J.J.; Marcelino, S.; Adaptación de la asignatura “Técnicas de representación” de Ingenieros Agrónomos al Espacio Europeo de Educación Superior. Congreso Internacional Conjunto XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

AYALA, D; Franquesa, M; Joan, R; Pérez, Ll.; Pla, N; Puig, A; Solano, L; Soto, A; Tost, D; Vigo, M; Vila, S; Vilaplana J. La docència d'informàtica en estudis no informàtics. Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

BENITO, J.A. Análisis de la dedicación horaria del alumno de fase selectiva del plan de estudios 95 en la EUETIB. Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

BERMÚDEZ Rodríguez, F.; Lapaz Castillo, J.L.; Marqués Calvo, J.; Povill Cartoixà, D.; Morón Tarifa, M.; Voltas i Aguilar, J. Aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza de la expresión gráfica. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

BERMÚDEZ Rodríguez, F.; Lapaz Castillo, J.L.; Marqués Calvo, J.; Morón Tarifa, M.; Povill Cartoixà, D.; Voltas Aguilar, J. Utilización de las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones en las asignaturas de carácter semi-presencial. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

BLANCO Caballero, M; Martín Panero, A; Prádanos del Pico, R; Rodríguez Ovejero, Q; Sanz Arranz, J; Parra Gonzalo, E; San Martín Ojeda, M; Serrano Sanz, J. Estudio del sistema diédrico mediante un tutorial multimedia. XVII Congreso Internacional INGEGRAF - ADM. Sevilla 2005.

BRIGOS Hermida, Miguel; Alpiste Penalba, Francesc; Torner Ribé, Jordi. Análisis crítico de resultados y planteamiento de mejoras como consecuencia de la adaptación de la Asignatura de Expresión Gráfica en la Ingeniería al EEES. Actas del XV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valladolid 2007.

BRIGOS, Miguel; Torner, Jordi; Alpiste, Francesc; Fernández, Joaquín; García, Andrés; Farrerons, Oscar. Estrategias en la generación de contenidos para formación Presencial – On-line, aplicado al diseño asistido por ordenador. Actas del XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Santander 2010.

BUSTINZA Esparta, Jorge; Fernández Villegas, Antonio; Bustinza Esparta, Javier. Una propuesta para la integración de aplicaciones telemáticas en la enseñanza de la geometría descriptiva. IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.

CALLEJERO Cornao, Bernardino; García Hernández, César. Entorno didáctico multimedia para el aprendizaje del programa de modelado sólido SOLID DESIGNER. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander 2002.

CAMIÑA Catalá, Carlos; Ballester Sarriás, Enrique. ¿Aprendes o te examinas?: evaluación de competencias versus evaluación de conocimientos. Actas del XVI

Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Cádiz 2008.

CAMIÑA Catalá, Carlos; Ballester Sarriás, Enrique. Bolonia año cero: la renovación metodológica. Propuestas y ejemplo de aplicación. Actas del XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Santander 2010.

CAÑAS, Ignacio; Bayod, Carlos; Velilla, Cristina; de San Antonio, Carlos. Pensamiento Crítico para el Pensamiento Gráfico. XIX Congreso INGEGRAF. Perugia 2007.

CAPELLA, Juan V.; Ors, Rafael. Hacia la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior: nuevo diseño de la asignatura "redes industriales de computadores". Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

CAPÓ Vicedo, Josep; Expósito Langa, Manuel; Tomás Miquel, José. Metodología docente en la asignatura "Gestión de Sistemas Avanzados de Fabricación". Utilización de metodologías activas de aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Girona 2006.

CARRERA, Enric; Alpiste, Francesc; Massana, Eulalia; Fernández, Joaquín; Monguet, Josep M^a. Una experiencia de enseñanza no presencial y entrono multimedia en la UPC Actas del II Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Tarragona 2002.

CARRETERO Díaz, A; Martínez Muneta, M.L.; Félez Mindán, J.; Cabanellas Becerra, J.M.; Maroto Ibáñez, J.; Alvarez García, R. Enseñanza de Ingeniería Gráfica Asistida por Internet. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

CASTELLÀ, Josep M.; Viñas, Judit. Metodología y organización del tiempo de aprendizaje en el crédito ECTS. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

CODINA, Xavier. Pasado, presente y futuro de la informatización de la docencia de técnicas de representación gráfica. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

CONTERO González, M.; Vergara Monedero, M. La especificación VRML 2.0 (Virtual Reality Modeling Language) y su aplicación en la docencia de la expresión gráfica. IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.

CORBELLA Barrios, David. Experiencias de innovación pedagógica en la expresión gráfica en la ingeniería. Actas del VI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Las Palmas 1998.

CRUZ, A.; Blanco, A.; Escalante, M.; Rivas, A. Resultados de una experiencia de aprendizaje virtual en alumnos universitarios. Actas del III Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Girona 2006.

DEL CANTO, Pablo; Gallego, Isabel; López, José Manuel; Mora, Javier; Reyes, Angélica; Rodríguez, Eva; Sanjeevan, Kanapathipillai; Santamaría, Eduard; Valero, Miguel. Evaluación entre compañeros: Cómo lo hacemos en nuestros cursos de programación de ordenadores. Actas del VI Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2010.

DÍAZ Blanco, Ignacio José; Fernández Villegas, Antonio; López Vázquez, José Antonio; Souto López, José Ramón. Experiencia metodológica en la materia de Expresión Gráfica en la ingeniería técnica en diseño industrial. XIII ADM - XV INGEGRAF Congreso Internacional. Italia 2003.

FARRERONS Vidal, Oscar; Monguet Fierro, Josep M^a. De los departamentos de expresión gráfica a los laboratorios multimedia”. Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

FANDIÑO Patiño, Santiago; Rodríguez Huertas, Rosa; Gámez Mellado, Antonio; Marín Trechera, Luis. Estrategias de evaluación del trabajo del alumno usando TIC. Actas del XIV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Oviedo 2006.

FERREIRO Prieto, Juan Ignacio; Pérez del Hoyo, Raquel; Esclapés Jover, Francisco Javier. Sistema b-learning para la enseñanza aprendizaje de expresión gráfica. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

FONT Andreu, Jordi; Hernández Abad, Francisco; Ochoa Vives, Manuel; Hernández Abad, Vicente; López Membrilla, Manel. Experiencia en asignaturas de Expresión Gráfica en proyectos interdisciplinares. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

FONT Andreu, Jordi; Hernández Abad, Francisco; Ochoa Vives, Manuel; Hernández Abad, Vicente. Integración del Diseño Asistido y las TIC en la Ingeniería Gráfica. XIX Congreso INGEGRAF. Asociación Española de Ingeniería Gráfica. Perugia 2007.

FUENTE Fernández, J.; Pérez Manso, A; Santos Pera, J.A.; Lecubarri Alonso, I. Implantación y adaptación del “modelo de liderazgo situacional” a la enseñanza en el área de expresión gráfica. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

GARCÍA Almirall, I. Proyecto de informatización de la docencia de Técnicas de Representación Gráfica (TRG) en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona (ETSEIB). XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

GARCIA-GARCIA, María Jesús. Competencias, troncalidad y propuesta de asignaturas en Expresión Gráfica y Geomática para los nuevos Planes de Estudios de la Universidad X. Congreso Internacional Conjunto XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

GARCÍA Garrido, J.; García Castelló, E.; Rodríguez López, A.D.; Laguarda Miró, N.; Pascual Garrido, J. El profesorado universitario y la reforma. Algunas cuestiones

pendientes. Actas del XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Maspalomas 2005.

GARCÍA González, Alfonso J.; Troyano Rodríguez, Yolanda. La figura del profesor tutor universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior: la tutorización en estudiantes de pedagogía. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

GAZO Cervero, A; González-Sánchez, J.L; García Rodríguez, P.; Sánchez Figueroa, F. Elaboración de material docente multimedia para su difusión a través de internet. Actas del VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Huelva 1999.

GIL Molina, Pilar; Elizalde Alcañaga, Luis Mari; Amiama Ibarburen, José Francisco; Bernarás Iturrioz, Elena; Garaizar Arenaza, José Miguel; Monzón González; Francisco Javier. El profesorado universitario ante las propuestas de cambio. Cuatro equipos docentes del campus de Gipuzkoa ante los retos del EEES. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

GÓMEZ-ELVIRA González, Miguel Ángel; Puerta Romero, Francisco; De San Antonio Gómez, Carlos; Pascual De La Fuente, José Luis. Evolución de la asignatura de "Dibujo Técnico" en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid: 1.855 - 1.997. X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.

GÓMEZ Galán, José. Aplicaciones didácticas y educativas de las tecnologías RIV (realidad infovirtual) en entornos telemáticos. XIII Congreso INGEGRAF. Badajoz 2001.

GRIFUL i Ponsati, Eulàlia; Gibert i Pedrosa, Jaume. Un Segon Cicle semipresencial en l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Terrassa (UPC). Experiència de la seva implementació. Curs 2000/01 i 2001/02. Actas del II Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Tarragona 2002.

GRIÓN, María. Cambios profundos en la expresión gráfica: nuestros primeros pasos. XIII Congreso INGEGRAF. Badajoz 2001.

GUTIÉRREZ DE RAVÉ Agüera, E; Mármol Benavente; Fernández Pozuelo, S.; Montero Albiol, R.; Hidalgo Fernández, R. Aplicación de la animación por ordenador a la docencia del dibujo industrial. X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.

HERNÁNDEZ Abad, F.; Monguet Fierro, J.Mª; Ochoa Vives, M.; Hernández Abad, V.; Font Andreu, J. Infraestructura y espacios virtuales para el desarrollo de la enseñanza a distancia. XIII ADM - XV INGEGRAF Congreso Internacional. Italia 2003.

HERNÁNDEZ Abad, F.; Hernández Abad, V.; Ochoa Vives, M.; Font Andreu, J.; Farré Desongles, C.; Rodríguez García, F. Desarrollo de una Aplicación Didáctica Interactiva (ADI) en Ingeniería. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

HERNÁNDEZ Vázquez, Jesús M^a; Fernandes Rodrigues, M^a Helena. Adaptación al EEES de una asignatura teórico-práctica: competencias, metodología docente y sistema de evaluación. Actas del IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2006.

HERRERO de Lucas, Luis Carlos; González González, M^a Luisa; Acebes Arconada, Luis Felipe; Fernando Velázquez, M^a Luisa; Martín Bravo, M^a Ángeles; Mozo Ruiz, Ismael; Pardo Seco, Fernando; Quintano Pastor, Carmen. Hacia una nueva realidad docente: adaptación al EEES de la titulación de ingeniería técnica industrial, especialidad electrónica industrial, en la Escuela Universitaria Politécnica de Valladolid. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

HERVADA Sala, Carme; Jaén Fernández, Carles; Quintela Cortés, Jesús M. Ingeniería electrónica industrial: una experiencia en el desarrollo práctico de los créditos ECTS en la EUETIT (UPC). Actas del XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Maspalomas 2005.

JIMÉNEZ, F. Retos, dificultades y posibilidades de la implantación de una metodología docente vinculada al sistema de créditos ECTS en el área de expresión gráfica en la ingeniería. Actas del XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Maspalomas 2005.

JIMÉNEZ, Felipe; Fernández, Consuelo; Pérez, Francisco; Leo, Teresa J.; Navarro, Emilio; Arraiza, Paz; Barrera, Paula; Lozano, Carlos. Rediseño de asignaturas para su impartición en formato semipresencial o a distancia. Actas del XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Cádiz 2008.

LAPAZ Castillo, José Luis; Voltas i Aguilar, Jordi. Nuevos enfoques en la docencia del CAD y la normalización eléctrica. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander 2002.

LAPAZ Castillo, José Luis. Experiencia docente en el rediseño de la asignatura de economía española, incluida en los estudios de ingeniería en organización industrial. Actas del I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2000.

LLORENS, M.; Ballester, E.; Gámiz, D.; Bertrán, E.; Tobías, S.; Galiano, F. El proceso de autoevaluación de la EUETIB. Actas del VI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Las Palmas 1998.

LÓPEZ DE HERRERA, Juan C.; Gómez-Elvira González, Miguel A; Rojas Sola, José I. Representación Gráfica de la evolución en las almazaras, entre 1850 y 1950, mediante técnicas de dibujo asistido por ordenador (DAO). XVI Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.

LORCA Hernando, Pedro José; Merino Egea, Manuel; Recio Díaz, M. Mar; Ocaña López, Rosa; Vicario López, José. Sustitución de las herramientas tradicionales de dibujo por el CAD en las asignaturas de expresión gráfica. Experiencia docente. XVII Congreso Internacional INGEGRAF - ADM. Sevilla 2005.

MARÍN Granados, MD.; Gutiérrez Ariza, FJ.; García Ceballos, M^aL.; Mora Segado, P. La Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) como recurso eficaz en el proceso enseñanza-aprendizaje. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

MARTÍN Gutiérrez, Jorge; Martín Dorta, Norena; Saorín Pérez, José Luis; Acosta González, Montserrat. Campus virtual en la docencia de expresión gráfica en la ingeniería en la universidad de La Laguna. XVIII Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Barcelona 2006.

MARTÍN Lorenzo, Gerardo; Suárez Rivero, José Pablo; García Domínguez, Melchor. Laboratorio Virtual para el Estudio y Aprendizaje de Mecanismos en la Ingeniería. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

MARTÍNEZ Muneta, M.L.; Romero Rey, G.; Félez Mindán, J. El proyecto WEBD: aplicación de los gráficos WEB3D en la ingeniería. XVI Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.

MARTÍNEZ Sentana, Alberto; Sentana Gadea, Irene. Evolución en la enseñanza del dibujo técnico mecánico en las enseñanzas técnicas. Actas del X Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2002.

MATEO Carballo, F.; Llorente Geniz, J; Sánchez Jiménez, F.J.; Reina Valle, R.; Fernández de la Puente, A. Docencia de Modelado Tridimensional mediante herramientas de animación asistida por ordenador. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

MEDEIROS Filho, Dante Alves; Cintra, Jorge Pimentel. Ordenadores en la enseñanza y aprendizaje de ingeniería. XIII Congreso INGEGRAF. Badajoz 2001.

MERINO Egea, M.; Fernández Martín, L. Comunicación multimedia: curvas cíclicas. IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.

MERINO Egea, Manuel; Martín García, Jesús; Corbella Ribes, David; Recio Díaz, M^a Mar; Ocaña López, Rosa; Vicario López, José; Narbón Prieto, Julián. Nuevas expectativas tutoriales y didácticas en un entorno de red: ejecución remota y en tiempo real de presentaciones, prácticas dirigidas, resolución de dudas y tutorías. Actas del X Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2002.

MINGUEZ Gabiña, Rikardo; Muniozguren Colindres, Javier; Arias Coterillo, Agustín; Barrenetxea Apraiz, Lander; Sierra Uria, Egoitz. Proyecto universidad-empresa: diseño de nueva gama de Putters mediante ingeniería inversa. XVIII Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Barcelona 2006.

MORATO Moreno, M. Dos años de experiencias con la enseñanza reglada del Dibujo Asistido por Ordenador. Actas del VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Huelva 1999.

MORENO Cazorla, R. Nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en el ámbito docente de la Expresión Gráfica: El CAD como punto de partida y no

como disciplina complementaria. Planificación metodológica. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

MOREU de Cózar, Belén; Moreu Jalón, Eduardo. Reflexión sobre Expresión Gráfica en el Espacio Europeo (declaración de Bolonia y RD. 1393/2007). 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

ORERO Giménez, Alejandro; Criado Fernández, Mar; García Cabeza, Camilo. El uso de las TIC en la formación: el caso ARFO. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

ORIOZABALA Brit, José Antonio; Garmedia Mujika, Mikel; Galarraga Astibia, Roberto; Albisua, Joaquín. Experiencias de EAO en el aula. XI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Logroño 1999.

ORTEGA Arceo, José Miguel; Urraza Digón, Guillermo; Doria Iriarte. Competencias en dibujo de ingeniería industrial demandadas por las empresas del País Vasco y acciones de mejora propuestas en respuesta al Espacio Europeo de Educación Superior. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

PALLISERA Díaz, Maria; Carretero Torres, Reyes. Implicación de la Facultad de Educación y Psicología en la mejora de la docencia y la reforma de los planes de estudios. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

PASCUAL Albarracín, Esther; Prieto Alberca, Manuel; Sondesa Freire, M^a Dolores. Generalización del teorema de Desargues. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander 2002.

PELLEJERO Salaberria, I; Mongelos Oquiñena, MB; Gurruchaga Vázquez, JM; Galarraga Astibia, R; Garmendia Mujika, M; Oriozabala Brit, JA. Sistema Multimedia aplicado a la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje en el estudio de las Bombas Hidráulicas. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

PÉREZ Rojas, Luis; González Gutiérrez, Leo Miguel; Zamora Rodríguez, Ricardo; Sánchez Sánchez, Juan Miguel. Aportaciones sobre la implantación del Plan Bolonia. Un giro copernicano para los alumnos. Actas del XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Santander 2010.

PORTILLO Franquelo, Pedro; Guerrero Strachan, Jesús; López López, Antonio. Calidad, creatividad, fantasía e imaginación; las notas de una nueva dimensión de la expresión gráfica. X Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Málaga 1998.

RAJADELL Carreras, Manel; Astals Coma, Francesc. Las enseñanzas semipresenciales: la experiencia de la ETS de Ingeniería de Terrassa. Actas del VIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ISBN 84-7585-402-8. Donostia 2000.

RAMÍREZ Vallvey, Jorge; Morciego García, Carlos. Programa de dibujo para la ingeniería eléctrica. Un diseño curricular. XVI Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.

RAMOS Barbero, B; García Maté, E; Caro Rodríguez, J.L. Técnicas multimedia aplicadas a la docencia de Dibujo Técnico Industrial. Actas del VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Huelva 1999.

REBOLLO Castillo, Fco. Javier; Álvarez Martínez, Pedro. Desarrollo de una propuesta metodológica, para evaluar la docencia de la asignatura Sistemas de Información Geográfica, basada en el modelo de Rasch. Congreso Internacional Conjunto XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

RODRÍGUEZ Villagrà, María; Martínez Muneta, María Luisa; Marquez, J.J.; Carretero Díaz, Antonio. Ayuda al aprendizaje: la inyectora virtual. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

ROJAS Sola, José Ignacio; Jordà Albiñana, Begoña; San Antonio Gómez, Carlos de; Manzano Agugliaro, Francisco. Evaluación de competencias en Expresión Gráfica. Actas del XVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2009.

ROJAS Sola, José Ignacio. Utilización de la Plataforma ILIAS 3.0 en la Experiencia Piloto de Implantación del Espacio Europeo de Educación Superior a la docencia de la Expresión Gráfica. Actas del XVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2009.

SÁNCHEZ Jiménez, J; Mateo Carballo, F; Fernández de la Puente, A; Reina Valle, R.; Llorente Geniz, J. Los planes de estudios de Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. Análisis comparativo. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

SÁNCHEZ, J.A.; Torrent, M.; Blanqué, B.; Perat, I. Adaptación de las enseñanzas técnicas a los ECTS (European Credit Transfer System). Actas del XIV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Oviedo 2006.

SÁNCHEZ Sánchez, J.M. La evaluación continua documentada. Actas del VI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Las Palmas 1998.

SANGRÀ, Albert; Guàrdia, Lourdes; Bellot, Andreu. ¿Pueden las innovaciones tecnológicas mejorar la docencia universitaria? Actas del I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2000.

SENTANA Gadea, Irene; Sentana Cremades, Eloy; Serrano Cardona, Canuel; Tomás Jover, Roberto; Pigem Boza, Ricardo; Gomez Gabaldón, Arquímedes; Perez Carrion, M^a Teresa; Diaz Ivorra, M^a Carmen; Ferreiro Prieto, Ignacio; Poveda Pérez, José Luis; Martinez Sentana, Alberto. Estudio para el diseño de contenidos de geometría para ingenieros. Nuevos planteamientos de la ingeniería gráfica. XVI Congreso Internacional Ingeniería Gráfica. Zaragoza 2004.

SENTANA Gadea, Irene; Sentana Cremades, Eloy; Gutiérrez Diego, Yolanda; Poveda Pérez, José Luís. El desafío de la ingeniería gráfica ante el nuevo sistema universitario del siglo XXI. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

SENTANA Gadea, Irene; Ferreiro Prieto, Ignacio; Tomás Jover, Roberto; Díaz Ivorra, M^aCarmen. Nueva metodología en la docencia en ingeniería química. Actas del X Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2002.

SERRANO Cardona, Manuel; Pérez Carrión, Teresa. Percepción espacial y dibujo técnico. Método de autoformación del alumnado de las escuelas técnicas basado en los indicadores de la tercera dimensión. IX Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Bilbao 1997.

SOLÉ Gustems, Miquel. Adaptación de los créditos ECTS a l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial d'Igualada. Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.

SUÁREZ Quirós, J.; Rubio García, R.; Gallego Santos, R.; Martín González, S. "Gráficos por computador": una experiencia de formación on-line en el campus virtual compartido del grupo G9. Actas del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Barcelona 2004.

SUÁREZ Quirós, Javier; García Díaz, R.P.; Álvarez Peñín, P.I.; Gallego Santos, R. Nuevas tecnologías en la enseñanza virtual a través de la red: "gráficos por computador" en el campus virtual de AULANET. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander 2002.

TARDÍO Monreal, E.; Fernández Sora, A.; Agustín Hernández, L; Sánchez-Lafuente Lahulla, F. Sistema automatizado de gestión y control académicos en el entorno de una asignatura de expresión gráfica en la ingeniería. XII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valladolid 2000.

TORNER Ribé, Jordi; Brigos Hermida, Miguel; Alpiste Penalba, Francesc. Diseño curricular adaptado al EEES para la asignatura de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Actas del XV Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valladolid 2007.

TORTAJADA, I; Brusola, F; Rubió, C. Objetos de aprendizaje aplicados a la asignatura de gestión de los procesos de color. Actas del XVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2009.

TRONCOSO Saracho, José C; Alonso Rodríguez, José A. Medios didácticos aplicables en la enseñanza del Dibujo. Actas del VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Huelva 1999.

UBIETO Artur, Pedro; García Hernández, César; Callejero Cornao, Bernardino; Cebollada Pras, Fernando; Fernández Sora, Alberto; Ibáñez Carabantes, Pedro. Entorno de simulación didáctico de una Ingeniería Técnica Industrial. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

URRAZA Digón, G.; Ortega Arceo, J.M. Participación del alumno para definir un plan de mejora en el aprendizaje de la asignatura de expresión gráfica y DAO. Actas del VI Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona 2010.

VALDERRAMA, Fernando; Icarán, Eva; Castaño, Enrique. Diseño y planificación de materias en el EEES: una experiencia de formación del profesorado de la Universidad Europea de Madrid. Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Lleida 2008.

VICARIO López, José; Corbella Barrios, David. Aplicación del dibujo tridimensional a la enseñanza de la geometría del espacio o geometría descriptiva. Actas del X Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia 2002.

VILLAR Ribera, Ricardo; Hernández Abad, Francisco. La Geometría Descriptiva de Monge. Una visión multimedia. XIII ADM - XV INGEGRAF Congreso Internacional sobre herramientas y métodos en diseño de ingeniería. Italia 2003.

ZULUETA Pérez, Patricia; Delgado Urrecho, Javier; Geijo Barrientos, José Manuel. Análisis de los recursos y actividades propios de la plataforma virtual MOODLE, para su utilización como apoyo a la docencia presencial de expresión gráfica en la ingeniería. Congreso Internacional Conjunto XXI INGEGRAF - XVII ADM. Lugo 2009.

ZURITA de la Vega, Eduardo; Tato Sánchez del Valle, Patricia. Formación a través de plataformas virtuales. 20 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Valencia 2008.

Bibliografía Referenciada

- ALLEN, MW. "Michael Allen's Guide to E-learning". John Wiley & Sons, 2002.
- BANGERT, A.W. "Peer Assessment: A Win-Win Instructional Strategy for Both Students and Teachers" J. Cooperation & Collaboration in College Teaching, Vol. 10 nº2. Pag 77.
- CAMIÑA, C. El PIE y el proceso de enseñanza-aprendizaje en la UPV. Libro jornadas sobre la docencia en la UPV. Ed. SPUPV, Valencia 1998.
- CASHIN, WE; Downey, RG. Using Global studing rating items for summative evaluation, Journal of Educational Psychology 84 (4) 1992, pp 563-572.
- COHEN, PA. Student ratings of instruction and student achievement, Review of Educational Research 51 (3) 1981 pp 281-309.
- DEBORAH, B; Kaurman, F; Richard, F. Accountig for individual effort in cooperative learning teams. J. Engr. Education, 89(2), 133-140 (2000).
- DUVAL, E; Hodgins, W. A LOM Research Agenda, WWW2003 Conference, 20-24 May 2003, Budapest, Hungary. <http://www.cs.kuleuven.ac.be/~erikd/PRES/2003/www2003/www2003-paper.pdf>
- GARCÍA, M.J; Terrón, M.J; Blanco, Y. IV Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Diseño y evaluación de competencias en las ingenierías de Telecomunicación, Madrid 2007.
- GARDNER, Howard. Multiple approaches to understanding. In C.M. Reigeluth (Ed.). Instructional-design theories and models: A New paradigm of instructional theory. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. 1999.
- GUZMÁN, A; Núñez, G. "Virtual Learning Spaces in Distance Education: Tools for the Eva Project" International Journal Expert Systems with Applications (Special Issue), Pergamon Press, 1998.
- ILIAS. http://www.ilias.de/docu/goto_docu_cat_581.html
- JONASSEN, D.H.; Peck, K.L. y Wilson, B.G. (1999). Learning with Technology: A constructivist Perpective. Upper Saddle, Nueva Jersey: Merrill, Prentice Hall.
- KATHY V. Writing instructional objectives. PhD, CLS(NCA), NAACLS Board of Directors.
- KEARSLEY, Greg & Shneiderman Ben, "Engagement Theory: A framework for technology - based teaching and learning. <http://home.sprynet.com/~gkearsley/engage.htm>
- L'ALLIER, J. Frame of Reference: NETg's Map to the Products, Their Structure and Core Beliefs. NETG (1997). <http://www.netg.com/research/whitepapers/frameref.asp>

Bibliografía.

MANDEL, Arnaldo; Simon, Inre; Delyra, Jorge L. Informação: computação e comunicação. Revista USP, n.35, pag.10-45, set./out./nov. 1997.

MOON J. Linking Levels, Learning Outcomes and Assessment criteria: the Design of Programmes and Modules in Higher Education. unpublished paper, Staff Development Unit, University of Exeter. 2000.

NELSON, L. M. (in press). "Collaborative problem solving". In C. M. Reigeluth (Ed.), Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

NÚÑEZ, G. "Tecnologías avanzadas de información para soportar el aprendizaje: el proyecto EVA". Proc. Ff the Int. Simposium on Information Technologies for Learning, DF, Mexico, 1997.

PUIG Adam, P. Curso de Geometría Métrica. Tomo I y II. Biblioteca Matemática, Madrid, 1952.

REIGELUTH, C. "Elaborating the elaboration theory". Educational Technology Research & Development, 40(3), 1992, pp. 80-86.

WILEY, D. The Instructional Use of Learning Objets. Bloomington, IN: Agency for Instructional Technology, (2002).

Autores citados

- Acebes Arconada, Luis Felipe.
Acosta González, Montserrat.
Agustín Hernández, L.
Albisua, Joaquín.
Alcaraz, Olga.
Aliaga Maraver, José Juan.
Alonso, Angela.
Alonso Rodríguez, José A.
Alpiste Penalba, Francesc.
Álvarez García, R.
Álvarez Martínez, Pedro.
Álvarez Peñín, Pedro Ignacio.
Álvarez-Mozos, J.
Amiama Iburguren, J. Francisco.
Arias Coterillo, Agustín.
Arraiza, Paz.
Astals Coma, Francesc.
Ayala, D.
Ballester Sarriás, E.
Barrenetxea Apraiz, Lander.
Barrera, Paula.
Bayod, Carlos.
Bello, Antonio.
Bellot, Andreu.
Benito, J.A.
Bermúdez Rodríguez, F.
Bernarás Iturrioz, Elena.
Bertrán, E.
Blanco Caballero, M.
Blanco, A.
Blanqué B.
Brigos Hermida, Miguel.
Brusola, Fernando.
Buenestado, Pablo.
Bustinza Esparta, Javier.
Bustinza Esparta, Jorge.
Cabanellas Becerra, J.M.
Callejero Cornao, Bernardino.
Camiña Catalá, C.
Cañas, Ignacio.
Capella, Juan V.
Capó Vicedo, Josep
Caro Rodríguez, J.L.
Carrera, Enric.
Carretero Díaz, Antonio.
Carretero Torres, Reyes.
Casati, María Jesús.
Castaño, Enrique.
Castellà, Josep M.
Cebollada Pras, Fernando.
Charro Hernández, M.E.
Cintra, Jorge Pimentel.
Codina, Xavier.
Contero González, M.

Bibliografía.

- Corbella Barrios, David.
Corbella Ribes, David.
Crespo, J.J.
Criado Fernández, Mar.
Cruz, A.
de Cos, Javier.
de San Antonio Gómez, Carlos.
del Canto, Pablo.
Delgado Urrecho, Javier.
Díaz Blanco, Ignacio José.
Díaz Ivorra, M^a Carmen.
Doria Iriarte.
Elizalde Alcajaga, Luis Mari.
Escalante, M.
Esclapés Jover, Francisco Javier.
Expósito Langa, Manuel.
Fandiño Patiño, Santiago.
Farré Desongles, C.
Farrerons Vidal, Oscar.
Félez Mindán, J.
Fernandes Rodrigues, M^a Helena.
Fernández De La Puente, A.
Fernández Martín, L.
Fernández Pozuelo, S.
Fernández Sánchez, Joaquín.
Fernández Sora, Alberto.
Fernández Villegas, Antonio.
Fernández, Consuelo.
Ferreiro Prieto, Juan Ignacio.
Font Andreu, Jordi.
Franquesa, M.
Fuente Fernández, J.
Galarraga Astibia, Roberto.
Galiano, F.
Gallego Santos, R.
Gallego, Isabel.
Gámez Mellado, Antonio.
Gámiz, D.
Garaizar Arenaza, José Miguel.
García, Rubén.
García Almirall, Ignasi.
García Cabeza, Camilo.
García Granada, Andrés
García Castelló, E.
García Ceballos, M^a L.
García Díaz, Rafael P.
García Domínguez, Melchor.
García Garrido, J.
García González, Alfonso J.
García Hernández, César.
García Maté, E.
García Rodríguez, P.
García-Alzórriz, Juan Antonio.
García-García, María Jesús.
Garmedia Mujika, Mikel.
Gazo Cervero, A.
Geijo Barrientos, José Manuel.
Gibert I Pedrosa, Jaume.

Bibliografía.

- Gil Molina, Pilar.
- Gómez Gabaldón, Arquímedes.
- Gómez Galán, José.
- Gómez-Elvira González, M. Ángel.
- González González, M^a Luisa.
- González Gutiérrez, Leo Miguel
- González-Sánchez, J.L.
- Grifol i Ponsati, Eulàlia.
- Grión, María.
- Guàrdia, Lourdes
- Guerrero Strachan, Jesús.
- Gurruchaga Vázquez, J.M.
- Gutiérrez Ariza, F.J.
- Gutiérrez De Ravé Agüera, E.
- Gutiérrez Diego, Yolanda.
- Hernández Abad, Francisco.
- Hernández Abad, Vicente.
- Hernández Vázquez, Jesús M^a.
- Herrero De Lucas, Luis Carlos.
- Hervada Sala, Carme.
- Hidalgo Fernández, R.
- Ibáñez Carabantes, Pedro.
- Icarán, Eva.
- Jaén Fernández, Carles.
- Jiménez, Felipe.
- Joan, R.
- Jordá Albiñana, Begoña.
- Laguarda Miró, N.
- Lapaz Castillo, José Luis
- Lecubarri Alonso, I.
- Leo, Teresa J.
- Llorens, M.
- Llorente Geniz, J.
- López, José Manuel.
- López Brugos, J.A.
- López De Herrera, Juan C.
- López López, Antonio.
- López Martínez, Joan Antoni.
- López Membrilla, Manel.
- López Membrilla, Dolors.
- López Vázquez, José Antonio.
- Lorca Hernando, Pedro José.
- Lozano, Carlos.
- Manzano Agugliaro, Francisco.
- Marcelino, S.
- Marín Granados, M.D.
- Marín Trechera, Luis.
- Mármol Benavente.
- Maroto Ibáñez, J.
- Marqués Calvo, J.
- Marquez, J.J.
- Martín Bravo, M^a Ángeles.
- Martín Dorta, Norena.
- Martín García, Jesús.
- Martín González, S.
- Martín Gutiérrez, Jorge.
- Martín Lorenzo, Gerardo.
- Martín Panero, A.

Bibliografía.

- Martínez, Joan.
Martínez Muneta, María Luisa.
Martínez Sentana, Alberto.
Massana, Eulalia.
Mateo Carballo, F.
Medeiros Filho, Dante Alves.
Merino Egea, Manuel.
Minguez Gabiña, Rikardo.
Mongelos Oquiñena, M.B.
Monguet Fierro, Josep M^a.
Montero Albiol, R.
Monzón González, F. Javier.
Mora, Javier.
Mora Segado, P.
Morato Moreno, M.
Morciego García, Carlos.
Moreno Cazorla, R.
Moreu De Cózar, Belén.
Moreu Jalón, Eduardo.
Morón Tarifa, M.
Mozo Ruiz, Ismael.
Muniozguren Colindres, Javier.
Narbón Prieto, Julián.
Navarro, Emilio.
Ocaña López, Rosa.
Ochoa Vives, Manuel.
Orero Giménez, Alejandro.
Oriozabala Brit, José Antonio.
Ors, Rafael.
Ortega Arceo, José Miguel.
Ortega Fernández, Francisco.
Pallisera Díaz, Maria.
Pando Cerra, Pablo.
Pardo Seco, Fernando.
Parra Gonzalo, E.
Pascual Albarracín, Esther.
Pascual de La Fuente, José Luis.
Pascual Garrido, J.
Pellejero Salaberria, I.
Perat, I.
Pérez, Vega.
Pérez Carrión, Teresa.
Pérez Del Hoyo, Raquel.
Pérez Manso, A.
Pérez Morales, Máximo.
Pérez Rojas, Luis
Pérez, Francisco.
Pérez, Lluís.
Pigem Boza, Ricardo.
Pla, N.
Portillo Franquelo, Pedro.
Poveda Pérez, José Luis.
Povill Cartoixà, D.
Prádanos del Pico, R.
Prieto Alberca, Manuel.
Puerta Romero, Francisco.
Puig, A.
Quintano Pastor, Carmen.

Bibliografía.

- Quintela Cortés, Jesús M.
Rajadell Carreras, Manel.
Ramírez Vallvey, Jorge.
Ramos Barbero, B.
Rebollo Castillo, Fco. Javier.
Recio Díaz, M^a Mar.
Reina Valle, R.
Reyes, Angélica.
Rivas, A.
Rodríguez, Eva.
Rodríguez García, F.
Rodríguez Huertas, Rosa.
Rodríguez López, A.D.
Rodríguez Ovejero, Q.
Rodríguez Villagrà, María.
Rojas Sola, José Ignacio.
Romero Rey, G.
Romero Rodríguez, José Antonio
Rúa Armesto, José Jaime
Rubio García, R.
Rubió, Carles.
San Antonio Gómez, Carlos de.
San Martín Ojeda, M.
Sánchez Figueroa, F.
Sánchez Jiménez, F.J.
Sánchez Sánchez, Juan Miguel.
Sánchez, J.A.
Sánchez-Lafuente Lahulla, F.
Sangrà, Albert.
Sangrà, Joan.
Sanjeevan, Kanapathipillai.
Santamaría, Eduard.
Santos Pera, J.A.
Sanz Arranz, J.
Saorín Pérez, José Luis.
Sentana Cremades, Eloy.
Sentana Gadea, Irene.
Serrano Cardona, Manuel.
Serrano Sanz, J.
Sierra Uria, Egoitz.
Solano, L.
Solé Gustems, Miquel.
Sondesa Freire, M^a Dolores.
Soto, A.
Souto López, José Ramón.
Suárez Quirós, Javier.
Suárez Rivero, José Pablo.
Tardío Monreal, E.
Tato Sánchez Del Valle, Patricia.
Tobías, S.
Tomás Jover, Roberto.
Tomás Miquel, José.
Torner Ribé, Jordi.
Torrent M.
Torres, Ricardo.
Tortajada, I.
Tost, D.
Troncoso Saracho, José C.

Bibliografía.

Troyano Rodríguez, Yolanda.

Ubieto Artur, Pedro.

Urraza Digón, Guillermo.

Valero, Miguel.

Valderrama, Fernando.

Velasco, Guillermo

Velázquez, Fernando.

Velilla, Cristina.

Vergara Monedero, M.

Vicario López, José.

Vigo, M.

Vila, S.

Vilaplana J.

Villar Ribera, Ricardo.

Viñas, Judit.

Voltas Aguilar, Jordi.

Zamora Rodríguez, Ricardo

Zulueta Pérez, Patricia.

Zurita de la Vega, Eduardo.

ANEJOS

Anejo 1. Acrónimos

ABET	Accreditation Board for Engineering Technology
ACET	Associació Catalana d'Enginyers de Telecomunicació
ACM	Association for Computing Machinery
ACUP	Associació Catalana d'Universitats Públiques
ADI	Aplicación Didáctica Interactiva
ADM	Andalucía Digital Multimedia
ADM	Associazione Nazionale Disegno di Machine
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AFNOR	Association Française de Normalisation
AGUR	Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (DURSI)
AICRE	Asesoramiento para la Introducción del Crédito Europeo
AIDIT	Agència d'Accreditació d'Investigació, Desenvolupament i Innovació Tecnològica
AIP	Ateliers Inter-établissements de Productique
ALE	Asignatura Libre Elección
ANECA	Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación
AQU	Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya
ARP	Address Resolution Protocol
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
ASCC	Automatic Sequence Controlled Calculator
BDC	Biblioteca Digital de Catalunya
BINAC	Binary Automatic Computer
BOE	Boletín Oficial del Estado
BSI	British Standards Institution
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing

CAPD	Comisión Académica y Publicaciones Docentes (EGE-UPC)
CATIA	Computer Aided Three-dimensional Interactive Application
CBUC	Consorti de Biblioteques Universitàries de Catalunya
CD	Compact Disc
CDIO	Conceive Design Implement and Operate (MIT)
CDITI	Conferencia de Directores Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial
CD-ROM	Compact Disc - Read Only Memory
CEIB	Consorti Escola Industrial de Barcelona
CEN	Comité Européen de Normalisation
CENT	Centro de Educación de las Nuevas Tecnologías (Univ. Jaume I)
CESAER	Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research
CETIB	Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona
CEU	Catedrático de Escuela Universitaria
CGQ	Comisión Gestión de la Calidad (SAGIQ. EGE-UPC)
CIDEM	Centro de Información y Desarrollo Empresarial (GenCat)
CIDUI	Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación
CIM	Computer Integrated Manufacture
CINDA	Centro Interuniversitario de Desarrollo
CITT	Comisión Investigación y Transferencia de Tecnología (EGE-UPC)
CLUSTER	Consortium Linking Universities of Science and Technology for Education and Research
CNGP	Comisión Nuevos Grados y futuros Posgrados (EGE-UPC)
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique (Institut National Polytechnique, Grenoble)
COEIC	Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya
CPU	Central Processing Unit
CRT	Cathode Ray Tube
CRUE	Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas
CSGQ	Comisión del Sistema de Gestión de la Calidad (EUETIB)

CSTIC	Centre de Suport a les TIC (EUETIB)
CTT	Centro de Transferencia de Tecnología (UPC)
CU	Catedrático de Universidad
CUDU	Càtedra UNESCO de Direcció Universitària (UPC)
CUIEET	Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas
DAO	Diseño Asistido por Ordenador / Dibujo Asistido por Ordenador
DEAN	Deans and European Academics Network
DEHAES	Grupo de Investigación en Habilidades Espaciales
DFM	Diseño para Facilidad de Manufactura
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIUE	Departament d'Innovació, Universitats i Empresa (Generalitat Cat.)
DNA	Deustcher Normenausschus
DPI	Dots Per Inch
DURSI	Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació (Generalitat de Catalunya)
DVST	Direct View Storage Tube
EAC	Enseñanza Asistida por Computador
EADTU	European Association of Distance Teaching University
EAO	Enseñanza Asistida por Ordenador
ECC	Electronic Control Corporation
ECTS	European Credit Transfer System
ECUK	Engineering Council United Kingdom
EDEN	European Distance and E-Learning Network
EduLab	Laboratorio de Innovación Educativa (UOC)
EEES	Espacio Europeo de Educación Superior
EEI	Escola d'Enginyeria de Igualada (UPC, adscrita)
EET	Escola d'Enginyeria de Terrassa (UPC)
EFQM	European Foundation for Quality Management
EFQUEL	European Foundation for Quality in e-Learning

EFTA	European Free Trade Association
EGE	Expressió Gràfica a l'Enginyeria (UPC)
EGI	Expresión Gráfica en la Ingeniería
EITAM	Escuela de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos de Madrid (UPM)
EMUNI	Euro-Mediterranean University
ENQA	European Association for Quality Assurance in Higher Education
EPSC	Escola Politècnica Superior de Castelldefels (UPC)
EPSEM	Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (UPC)
EPSEVG	Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú (UPC)
EPUF	Euromed Permanent University Forum
EQAR	European Quality Assurance Register for Higher Education
ESOs	European Standards Organizations
ETSEIAT	Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa (UPC)
ETSEIB	Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (UPC)
ETSEIT	Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Terrassa (UPC)
ETSID	Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (UPV)
ETSIIG	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Gijón
ETSIIM	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Madrid (UPM)
ETSIN	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval de Madrid (UPM)
ETSITM	Escuela Técnica Superior Ingeniería Telecomunicación Madrid (UPM)
EUA	European University Association
EUCEN	European Association for University Life Long Learning
EUETIB	Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial Barcelona (UPC)
EUETIT	Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial Terrassa (UPC)
EUITIB	Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial Bilbao (UPV/EHU)
EUITIM	Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Industrial de Madrid (UPM)
EUNIS	European University Information Systems
EUOOT	Escola Universitària d'Òptica i Optometria de Terrassa (UPC)

EUPM	Escola Universitària Politècnica de Manresa (UPC)
EUPMT	Escola Universitària Politècnica de Mataró (UPC, adscrita)
EUPVG	Escola Universitària Politècnica de Vilanova i la Geltrú (UPC)
EURACERT	European eAccessibility Certification
EVA	Entorno/Espacio Virtual de Aprendizaje
FAIIE	Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España
FMS	Flexible Manufacture Systems
FTP	File Transfer Protocol
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
GIDEN	Grupo de Innovación Docente especialidad Electrónica Industrial de la Universidad de Valladolid
GIG	Grupo de Ingeniería Gráfica y Simulación (UPM)
GRAVIR	Graphisme, Vision et Robotique (Universidad de Grenoble)
GUI	Graphical User Interface (Interfaz Gráfica de Usuario)
GUNI	Global University Network for Innovation
HD-DVD	High Definition Digital Versatile Disc
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IA	Inteligencia Artificial
IBM	International Business Machines
ICAI	Escuela Técnica Superior de Ingeniería (Universidad Pontifica de Comillas)
ICDE	International Council for Open and Distance Education
ICE	Instituto de Ciencias de la Educación
ICT	Information and Communications Technology (Trinity College, Dublin)
IEEE	Institute for Electrical and Electronic Engineering
IG	Ingeniería Gráfica
IMM	Multimedia Interactivo Online
INGEGRAF	Asociación Española de Ingeniería Gráfica
IJIDeM	International Journal on Interactive Design and Manufacturing

INRIA	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (Institut National Polytechnique, Grenoble)
INSIDE	Innovación en Sistemas para el Diseño y la Formación en la Ingeniería (UPC)
IP	Internet Protocol
ISA	Instrumentation Society of America
ISO	International Organization for Standardization
ITACA	Instituto de Aplicaciones en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Avanzadas (UPC)
LAM	Laboratori d'Aplicacions Multimèdia (UPC)
LAN	Local Area Network
LGEFRE	Ley General de Educación y de Financiación de la Reforma Educativa
LLP	Programa de Aprendizaje Permanente (Comisión Europea)
LMS	Learning Management System (gestión proc. enseñanza-aprendizaje)
LOU	Ley Orgánica de Universidades
LRU	Ley de Reforma Universitaria
LSI	Lenguajes y Sistemas Informáticos (departamento UPC)
LUC	Llei d'Universitats de Catalunya
MEC	Ministerio de Educación y Ciencia
MECD	Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MODID-3D	Modelo Didáctico de Diédrico en 3D
MOODLE	Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment
MVSMA	Marco para la Verificación, el Seguimiento, la Modificación y la Acreditación de títulos oficiales (AQU)
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NNTT	Nuevas Tecnologías
OA	Objeto de Aprendizaje
OAPEE	Organismo Autónomo Programas Educativos Europeos
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PAE	Proceso Aprendizaje-Enseñanza

PAP	Programa de Aprendizaje Permanente (Comisión Europea)
PARC	Palo Alto Research Center (Xerox)
PAS	Personal Administración y Servicio
PATUPC	Plan de Acción Tutorial UPC
PAU	Pruebas de Acceso a la Universidad
PC	Pensamiento Crítico
PC	Personal Computing / Ordenador Personal
PDA	Personal Digital Assistant
PDCA	Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)
PDI	Personal Docente Investigador
PG	Pensamiento Gráfico
PICA	Préstec Interbibliotecari Consorciat i d'Accés
PIXEL	Picture Element (Elemento de Imagen)
POP	Post Office Protocol
PRIMECA	Pôles de Ressources Informatiques pour la MECAnique
QAA	Quality Assurance Agency for Higher Education (Reino Unido)
RA	Realidad Aumentada
RAM	Random-Access Memory
RECyT	Repositorio Español de Ciencia y Tecnología
RD	Real Decreto
RITA	Revista Iberoamericana de Tecnologías de Aprendizaje
RIV	Realidad Infovirtual
RMEI	Réseau Méditerranéen des Écoles d'Ingénieurs
SETE	Student's Evaluation of Teaching Effectiveness
SGIQ	Sistemas de Garantía Interna de la Calidad
SI	Sociedad de la Información
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIGGRAPH	Special Interest Group on Graphics
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol

TCP	Protocolo de Control de Transmisión
TEU	Titular de Escuela Universitaria
TIC / TIC's	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TIME	Top Industrial Managers for Europe
TRG	Técnicas de Representación Gráfica
TU	Titular de Universidad
UAB	Universidad Autónoma de Barcelona
UB	Universidad de Barcelona
UdG	Universidad de Girona
UdL	Universidad de Lleida
UE	Unión Europea
UEM	Universidad Europea de Madrid
UIC	Universidad Internacional de Catalunya
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UNED	Universidad Nacional de Educación a Distancia
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
UNIVAC	Universal Automatic Calculator
UOC	Universitat Oberta de Catalunya
UPC	Universitat Politècnica de Catalunya
UPF	Universidad Pompeu Fabra (Barcelona)
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
UPV	Universidad Politécnica de Valencia
UPV/EHU	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
URL	Universidad Ramón Llull (Barcelona)
URV	Universidad Rovira i Virgili (Tarragona-Reus)
US	User Satisfaction
UVic	Universitat de Vic (Barcelona)
UWEM	Unified Web Evaluation Methodology (EURACERT)

Anejos.

VLE	Virtual Learning Environment
VRML	Virtual Reality Modeling Language
WAI	Web Accessibility Initiative
WAN	Wide Area Network
WCAG	Web Content Accessibility Guidelines
XCT	Xarxa de Centres Tecnològics (Generalitat de Catalunya)

Anejo 2. Otras áreas de conocimiento en la ingeniería industrial española

En este anejo se estudió la evolución de otras áreas de conocimiento de la ingeniería industrial de la universidad española en el momento inicial de redactado de esta tesis. Los datos aquí expresados son del curso 2002-03. Se trata de comparar la evolución del área de Ingeniería Gráfica, con otras áreas de peso en la ingeniería industrial en España para poder aportar un elemento más de juicio en el estudio de la posición de nuestra área de interés.

Las áreas de conocimiento que se pretendieron analizar son Matemáticas, Física, Química y Proyectos. Se ha creído suficiente limitar el estudio a universidades politécnicas y/o implantadas en zonas españolas de gran peso industrial. Las universidades estudiadas son: Politècnica de Catalunya (UPC), Politècnica de Madrid (UPM), Politècnica de Valencia (UPV) y Universidad del País Vasco (EHU)

Matemáticas

Los departamentos de matemáticas de las universidades de referencia escogidas se organizan de diferente manera. La UPC y la EHU tienen varios departamentos, mientras que la UPM y la UPV tienen un solo departamento de matemática aplicada. En todos los casos el área de conocimiento para la ingeniería industrial es la matemática aplicada a la ingeniería.

Los ámbitos de investigación son muy variados y numerosos. Algunos de los que se repiten en las diferentes universidades son la geometría computacional, la topología, la geometría algebraica, geometría fractal y las matrices polinomiales. Casi ninguno de los grupos de investigación lleva a cabo sus programas de forma individual sino de forma compartida con otros departamentos y otras universidades españolas y extranjeras (sobre todo europeas, pero también alguna norteamericana). Algunas de las líneas de investigación, como la geometría computacional, son de interés para nuestra área de conocimiento y sería interesante colaborar en ellas. No se han encontrado líneas de investigación en la que colaboren departamentos EGI de la misma u otra universidad.

Una de las áreas de investigación es la inteligencia artificial estudiada como algo que ya tenemos aquí casi sin darnos cuenta de la misma manera que la define Ray Kurzweil: "los años 80 del siglo XX fueron testigos de la primera comercialización de la inteligencia artificial con la formación y salida al mercado de una oleada de compañías de IA. (...) Sin embargo, las máquinas con inteligencia bien enfocada se volvieron cada vez más penetrantes. A mediados de los noventa se pudo ver a las instituciones financieras invadidas por sistemas que utilizaban poderosas técnicas estadísticas y adaptativa. La bolsa y los mercados de bonos, dinero, mercancías y similares, no solo se administraban y mantenían mediante

redes informatizadas, sino que la mayoría de las decisiones de compra-venta se apoyaban en programas de software que contenían modelos cada vez más sofisticados de sus mercados.”

Existen varios niveles de colaboración con otros departamentos de la misma o de otras universidades, así como también con otros organismos públicos y privados.

Universitat Politècnica de Catalunya

En la UPC existen cuatro departamentos de matemáticas: Matemática Aplicada I, Matemática Aplicada II, Matemática Aplicada III y Matemática Aplicada y Telemática.

En el Departamento de Matemática Aplicada I las áreas impartidas incluyen un gran abanico de contenidos de las matemáticas, como son el álgebra, el cálculo, los métodos numéricos, la topología y las ecuaciones diferenciales, entre otros. Se encarga de la docencia de las matemáticas aplicadas en la ETSEIB y la EUPB, y también de una parte importante de la docencia que imparte en la FME. Las líneas de investigación del Departamento se centran principalmente en la teoría de sistemas de control, la cohomología de variedades algebraicas, las ecuaciones en derivadas parciales y los sistemas dinámicos. En este último punto se pone un énfasis especial en los problemas de la mecánica celeste. Este Departamento cuenta también con una línea de investigación sobre la historia de la ciencia y de la técnica. Los grupos de investigación del departamento colaboran con grupos de investigación de otras universidades catalanas y extranjeras, y están financiados por diversos organismos, como la DGICYT, la CIRIT, la CEE o la OTAN.

El Departamento de Matemática Aplicada II imparte docencia en la FIB, la ETSEIT, la FME y la FNB. Además, colabora en diversos programas de doctorado relativos a la matemática aplicada, la inteligencia artificial, las aplicaciones técnicas e informáticas de la estadística y la investigación operativa y la optimización. El departamento lleva a cabo actividades de investigación relacionadas con el álgebra aplicada, el análisis aplicado, la geometría algebraica y sus aplicaciones, la geometría computacional, la lógica matemática y sus aplicaciones, la matemática discreta, el razonamiento cualitativo y las tecnologías de la decisión, la teoría de los juegos: fundamentos y aplicaciones, teoría de números y sistemas dinámicos. El grupo de geometría computacional ha sido considerado, por el Comisionado para Universidades e Investigación, grupo consolidado de Investigación en el marco del II Plan de Investigación de Cataluña, también forma parte del Laboratorio Europeo Asociado de Sistemas Inteligentes y Control Adelantado (LEA-SICA). El Ministerio de Ciencia y Tecnología ha concedido subvenciones por proyectos de Investigación en las diferentes áreas que tiene el departamento.

El Departamento de Matemática Aplicada III está dividido en tres delegaciones (Barcelona, Vallès y Bages) que prestan sus servicios en los campus de Barcelona (Campus Nord y Campus Sud), Terrassa y Manresa. La docencia de primer y segundo ciclo se imparte en la ETSECPCB, la FME, la EUETIT, la EUOOT y la EUPM. La docencia de tercer ciclo se lleva a cabo a través de diversos

programas de doctorado y máster, entre los cuales destacan los programas de doctorado de Matemática Aplicada y de Ingeniería Civil, los dos compartidos con diferentes departamentos. La actividad investigadora está organizada a partir de líneas de investigación, entre las que destacan las relacionadas con los métodos numéricos (en problemas no lineales, optimización, mecánica computacional, método de elementos finitos), las relacionadas con la modelización estadística (geoestadística y riesgos naturales) y otras, como la teoría del control y sus aplicaciones, o la simulación atómica en ciencias de los materiales. En general, las líneas de investigación de este Departamento tratan diversos problemas de las matemáticas, muchas veces relacionados con la ingeniería. La principal línea de transferencia de tecnología que desarrolla el departamento es la referente a la mecánica computacional.

El Departamento de Matemática Aplicada y Telemática imparte docencia en el ETSETB, el EPSC, el EUPVG y la FME. En el Campus Nord dispone de salas de simulación de sistemas y otras instalaciones de apoyo informático a la investigación. Con respecto a la docencia de tercer ciclo, es corresponsable del programa de doctorado de Matemática Aplicada y participa en otros programas de doctorado y estudios de postgrado. La actividad investigadora está organizada en los siguientes grupos de investigación: astronomía y geomática; geometría diferencial y aplicaciones a la física y a la teoría de control; matemática discreta, combinatoria y teoría de grafos y matemática aplicada a la criptografía. El Departamento participa en acciones de investigación y transferencia de tecnología mediante varios proyectos de ámbito institucional y privado. También es corresponsable de la organización de seminarios y reuniones científicas periódicas.

Universidad Politécnica de Madrid

Las áreas de investigación del departamento de Matemática Aplicada son: Geometría Computacional, Geometría Fractal y Teoría de la Medida, Gestión de proyectos, Inversas generalizadas: Teoría y aplicaciones, Lógica Borrosa, Polinomios Ortogonales, Redes Neuronales Artificiales, Topología y aplicaciones.

El grupo de Geometría Computacional desarrolla su actividad junto con la Universidad de Alcalá y la Universidad de Valladolid.

El grupo de Geometría Fractal y Teoría de la Medida forma parte de un grupo de trabajo más amplio, en el que se encuentran también el del Departamento de Análisis Económico de la Facultad de Económicas de la UCM y el de Matemática Aplicada de la ETSI de Agrónomos de la UPM. Está también relacionado con otros investigadores españoles y extranjeros. En los últimos años ha trabajado dentro de este campo en distintos temas:

- Dimensión de Hausdorff en Espacios Infinito-dimensionales.
- Dimensión Print y Problemas de Estructura.
- Convoluciones Infinitas y Construcciones Autosemejantes con Solapamiento.

Están interesados en la aplicación de la Geometría Fractal a la codificación de imágenes, con un Seminario semanal sobre este tema.

El grupo de Polinomios Ortogonales y Aplicaciones está trabajando desde el año 1985 en diversos tópicos de esta teoría y en colaboración con diferentes grupos y profesores. Comenzaron en este campo de la mano del profesor Jaime Vinuesa, de la Universidad de Cantabria. El profesor Vinuesa dirigió las tesis doctorales: Operador Deslizamiento en Matrices H.D.P. Aplicaciones a ceros de P.O. y distribuciones en \mathbb{R} de \mathbb{R} . Guadalupe en 1984, e Interpretación matricial de los P.O. en el caso complejo de E. Torrano en 1987. Estas tesis marcan el punto de arranque de numerosos trabajos del grupo. Los intereses del grupo son: análisis del operador deslizamiento, comportamiento extremo de los ceros, generalización de la tridiagonal de Jacobi, análisis del campo de valores de las matrices de Hessenberg infinitas asociadas a problemas hermitianos, extensiones típicas, estudio de los casos discretos, etc,...Se ha puesto énfasis en el estudio y localización de los ceros en situaciones muy generales.

Desde el año 1991, y coincidiendo con el seminario de Teoría del Potencial impartido en la U.P.M. por el profesor Guillermo López Lagomasino de la Universidad de la Habana, parte de los trabajos están orientados hacia el campo de la Aproximación Racional, para lo que fue necesario conocer la distribución de ceros y su comportamiento asintótico en situaciones más generales que las clásicas. Se trataba de estudiar el comportamiento de ceros de P.O. con coeficientes complejos verificando relaciones de recurrencia a tres términos. El denominador común en casi todos sus trabajos ha sido la aplicación de la Teoría Espectral de Operadores a los distintos problemas planteados.

Universitat Politècnica de Valencia

El departamento de Matemática Aplicada de la UPV imparte docencia en la E. Politécnica Superior de Alcoy, E. Politécnica Superior de Gandía, ETS. de Informática Aplicada, ETS de Arquitectura, ETS de Gestión en la Edificación, ETS de Ingeniería del Diseño, ETS del Medio Rural y Enología, ETSI Agrónomos, ETSI Caminos, Canales y Puertos, ETSI de Telecomunicación, ETSI Geodésica, Cartografía y Topografía, ETSI Industriales, Facultad de Administración y Dirección de Empresas, Facultad de Informática.

Sus áreas de investigación son: Análisis funcional, análisis complejo, ecuaciones diferenciales, ecuaciones en derivadas parciales, sistemas dinámicos, espacios topológicos, espacios métricos, espacios casi-uniformes, topologías difusas, espacios de funciones, análisis matricial, completación de matrices, matrices, polinomiales y matriciales, sturm-lioville, métodos multipaso. El objetivo de departamento en investigación es estudiar técnicas avanzadas de análisis matricial como factorización, perturbación, completación y matrices polinomiales y racionales. Además técnicas numéricas lineales. Estudio de espacios funcionales y sus aplicaciones al análisis complejo y a las ecuaciones en derivadas parciales. Estudio de nociones topológicas relevantes en la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales.

Tiene dos grupos de investigación: Matemática Aplicada y Paralelismo, y Espacios de Frechet y Análisis Funcional.

El grupo Espacios de Frechet y Análisis Funcional dirigido por José Bonet Solves, aglutina investigadores de la UPV y la Universitat de Valencia, y tiene colaboradores y relaciones con la Universidad de Sevilla, Universidad Complutense de Madrid, Universidad de La Laguna (Tenerife), University of Paderborn (Alemania), University of Trier (Alemania), University of Hagen, University of Liège (Bélgica), University of Joensuu (Finlandia), Abo Akademi (Finlandia), University of Poznan (Polonia), University of Michigan (Ann Arbor. USA), Kent State University (Ohio. USA), University of Lecce (Italia), University College of Dublin (Irlanda).

Euskal Herriko Unibertsitatea

En la EHU existen tres departamentos de matemáticas: Matemática Aplicada Estadística e Investigación Operativa, Matemáticas, Matemática Aplicada.

El departamento de Matemática Aplicada, Estadística e Investigación Operativa imparte la mayoría de las asignaturas de la Licenciatura en Matemáticas, además de las asignaturas de matemáticas generales en las demás licenciaturas de la Facultad de Ciencias y de la Facultad de Farmacia. El departamento de Matemáticas imparte las asignaturas de la Licenciatura en Matemáticas. El departamento de Matemática Aplicada imparte las matemáticas en la ETSII de Bilbao y en las EUITI's de la EHU.

La investigación en la EHU esta agrupada en cinco campos de investigación: Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias Médicas, Ciencias Sociales, Humanidades ,e Ingeniería y Tecnología. El departamento de Matemática Aplicada no forma parte de ninguno de los grupos de investigación del campo Ingeniería y Tecnología.

El departamento de Matemática Aplicada, Estadística e Investigación Operativa se divide en dos secciones de investigación. La sección departamental de Matemática Aplicada tiene por líneas de investigación: Dinámica no Lineal, Simulación Numérica de Modelos Matemáticos para la Dinámica de ADN, Métodos, Algoritmos y Librerías Numéricas, Sistemas Dinámicos, Fórmulas de Integración Numérica, Optimización, Resolución Numérica de Ecuaciones Diferenciales.

La líneas de investigación de la sección departamental Estadística e Investigación Operativa son: Convergencia de Medidas de Probabilidad, Métodos Probabilísticos en la Teoría de la Aproximación, Métodos Probabilísticos en la Teoría de los Números, Aplicación, Desarrollo y Validación de Técnicas de Análisis de Datos Longitudinales en Biomedicina, Desarrollo de Técnicas Multivariantes para el Análisis de Datos de Calidad de Vida relacionada con Salud.

Física

Existen diferentes departamentos de Física aplicada en las universidades de este estudio. Algunos, para poder conseguir una cierta masa crítica asociados a otras áreas de conocimiento como la materia condensada y la ingeniería nuclear.

Todos ellos desarrollan sus actividades académicas en gran variedad de ingenierías (y arquitectura) y facultades. Desarrollan programas de doctorado individualmente y en colaboración con otros departamentos y universidades. Algunos de ellos en modalidad semipresencial.

Además de múltiples líneas de investigación (con colaboración de otras instituciones públicas y privadas), algunos de los departamentos han desarrollado importantes laboratorios y centros de cálculo. Fruto de sus investigaciones disponen de varias patentes internacionales.

Universitat Politècnica de Catalunya

La UPC dispone de dos departamentos dedicados a la física aplicada a la ingeniería industrial: Física Aplicada y Física e Ingeniería Nuclear.

El Departamento de Física Aplicada (56 profesores + 6 investigadores) imparte docencia en siete centros de la UPC: la ETSAB, la ETSETB, la ETSECCPB, la FNB, la EPSC, la EUPB y la EUPM. Es responsable desde el año 1991 del Programa de Doctorado de Física Aplicada, y participa en otros cinco Programas de Doctorado de la UPC y de la UB. El Departamento desarrolla su actividad de investigación en diversos ámbitos de la Física, en las que utiliza fundamentalmente técnicas experimentales y de simulación numérica. Dispone de los siguientes laboratorios: Caracterización de materiales piezoeléctricos, Polímeros conductores, Circuitos electrónicos no lineales, Materiales inteligentes, Dinámica de fluidos y Meteorología aplicada. Es colaborador del Centro de Supercomputación C4. Se considera parte fundamental de la actividad científica la interacción con investigadores de otros centros, tanto españoles como extranjeros, hecho que determina que se fomente el intercambio de profesores. El Departamento dispone de diversos proyectos públicos de investigación nacionales y europeos. La investigación desarrollada en los últimos años ha dado lugar a la obtención de diversas patentes.

El Departamento de Física e Ingeniería Nuclear de la UPC desarrolla la investigación y la docencia en dos áreas de conocimiento: Física Aplicada e Ingeniería Nuclear. Es un Departamento muy disperso en el espacio, con sede central en el Campus Nord. Tiene 7 subsedes en 5 campus: Barcelona (Campus Nord y Sud), Sant Cugat, Terrassa y Vilanova i la Geltrú. Dispone de laboratorios de investigación y docencia en casi todas las subsedes. El Departamento está constituido por poco más de 100 profesores, físicos e ingenieros, con dedicaciones diversificadas en el campo de la física. De la astronomía y la astrofísica a la simulación microscópica de la materia condensada, pasando por la física de partículas y la relatividad, la física de las aleaciones moleculares en cristales plásticos y los materiales dieléctricos, la calibración aplicada a las transiciones de fase, el análisis físico y la modelización aplicadas a la edificación y el medio ambiente, la tecnología nuclear, la seguridad nuclear, la protección radiológica, la biofísica, la física de la Tierra (la meteorología, la geofísica y la oceanografía), la óptica no lineal (los láseres) y los sistemas complejos (el caos)

Universidad Politécnica de Madrid

El Departamento de Física Aplicada a la Ingeniería Industrial está compuesto por 24 profesores (13 doctores) que imparten casi una veintena de asignaturas en la ETSIIM.

Desarrolla el programa de doctorado Metrología y Calidad Industrial, de carácter no presencial, junto con el Departamento de Ingeniería de Construcción y fabricación de la Universidad de Educación a Distancia (UNED). El programa pretende que sus alumnos alcancen los siguientes objetivos:

- Adquirir capacidades para modelar aplicaciones en diferentes áreas metrológicas a partir de un planteamiento generalista y unificado de la metrología.
- Aplicar los conocimientos y las herramientas básicas adquiridos para la investigación metrológica en diferentes áreas de conocimiento.
- Analizar los elementos fundamentales que incorporan los sistemas de la calidad en relación con sus objetivos.
- Asimilar metodologías para aplicar los sistemas de la calidad en cualquier actividad, con especial atención a desarrollos innovadores del sector industrial.
- Desarrollar aptitudes específicas para el diseño y análisis de aplicaciones con equipos de metrología dimensional o, alternativamente, de otras áreas metrológicas.
- Adquirir práctica en la incorporación adecuada de la metrología en los sistemas de calidad.

Participa en el Laboratorio de Metrología y Metrotecnica (LMM) que está acreditado en el área dimensional por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) que es el miembro español de EA. Además, ENAC forma parte del acuerdo Multilateral de Reconocimiento Mutuo de EA que recoge la mayoría de las naciones europeas. Este laboratorio dispone de 4 secciones: Metrología láser, Metrología por coordenadas, Metrología general, Microgeometría. El laboratorio sirve para el correcto desarrollo de los sistemas de calidad de las empresas, de acuerdo con la normativa ISO 9000 o cualquier otra similar, para ello es imprescindible que los equipos de medida se encuentren calibrados correctamente, de forma que sus indicaciones gocen de la trazabilidad adecuada a la calidad de las medidas que se demanden de dichos equipos. También participa en el centro Láser de la UPM.

Universitat Politècnica de València

El Departamento de Física Aplicada está integrado por doce unidades docentes, de las cuáles Alcoy y Gandía están fuera del Campus de Vera. El Departamento es el responsable de la actividad docente e investigadora en el área de la Física Aplicada, con más de 140 profesores. Su actividad investigadora que viene regulada en su Reglamento, aprobado inicialmente en 1987 y modificado en 2000, y en los Estatutos de la UPV.

La investigación que realiza se agrupa en las siguientes líneas de investigación: Acústica Arquitectónica y Medio Ambiental, Centro de Biomateriales, Dispositivos y Sistemas Acústicos y Ópticos, Física de los Materiales y Biofísica, Grupo de Energía Solar y Optoelectrónica, Grupo de Acústica y Control de Ruido, Grupo de Acústica Arquitectónica, Ambiental y Industrial, Grupo Experimental y Documental en Espectroscopia, Grupo Mixto.

Participa en el Instituto de Aplicaciones en Tecnologías de la Información y las comunicaciones Avanzadas (ITACA), que tiene como misión ser un centro de excelencia en la investigación y desarrollo de las TIC, con vocación de innovación y de transferencia de sus productos y servicios a la sociedad a la que nos debemos.

Euskal Herriko Unibertsitatea

La EHU tiene 3 departamentos de física aplicada a la ingeniería: Física aplicada I, Física aplicada II, y Física de la Materia Condensada.

El departamento de física Aplicada I tiene 23 profesores solo en el campus de Bilbao, donde llevan a cabo toda la docencia de la ETSII y cinco líneas de investigación: Caracterización óptica de materiales fotónicos (Estudios teóricos y experimentales de propiedades ópticas lineales y no lineales de nuevos materiales fotónicos con aplicaciones fundamentales y tecnológicas. Comprende técnicas de espectroscopía óptica de alta resolución y fotoacústica. Se investigan tanto materiales amorfos como cristalinos). Síntesis, Crecimiento y Caracterización de Materiales fotónicos (crecimiento de Monocristales puros y dopados por técnicas Czochralski y Bridgman)

Estudios fototérmicos de la materia (Estudio de las propiedades térmicas de sólidos, líquidos y gases (difusividad térmica). Caracterización estructural subsuperficial de sólidos). Atmósferas planetarias (Estudio de la Circulación General. Meteorología y dinámica atmosférica. Estructura nubosa (óptica atmosférica). Aplicación a los planetas gigantes). Acústica. Esta línea comprende la realización de material didáctico multimedia, y la prospectiva de desarrollo de un sistema óptico de medida de vibraciones.

El departamento de Física Aplicada II tiene 22 profesores (+ 7 investigadores) que junto con el departamento de Física de la Materia Condensada con 18 profesores (+ 5 investigadores) imparten docencia en más de 30 asignaturas de primer y segundo ciclo y desarrollan el Programa de Doctorado "Ciencia De Materiales". Ambos departamentos configuran el Laboratorio de Materiales de la EHU (LAMA) , y participan en el Bilbao Crystallographic Server con varios grupos y subgrupos de investigación, de acuerdo con otras instituciones públicas y privadas, y universidades extranjeras (Department of Condensed Matter Physics, Sofia University, y Institut für Kristallographie, Universität Karlsruhe).

Las grandes líneas de investigación del Departamento de Física Aplicada son: Métodos termoanalíticos: Calorimetría diferencial, termogravimetría y expansión térmica, calorimetría Adiabática., Calorimetría A.C. Cristales líquidos: Estudio y determinación de propiedades físicas mediante técnicas ópticas y de espectroscopía dieléctrica. Materiales dieléctricos: Estudio del comportamiento dieléctrico de materiales de interés tecnológico (ferroeléctricos, poliméricos, mesógenos, suspensiones). Difusión térmica: Determinación de propiedades de transporte (Técnicas de separación en suspensiones de interés biológico y tecnológico). Sólidos cristalinos: Medida de constantes elásticas mediante técnicas de ultrasonidos (estudio de defectos en sólidos mediante técnicas de luminiscencia). Contaminación atmosférica: Depositiones secas y húmedas (aerología). Mecánica de la Fractura: Análisis de esfuerzos en estructuras delgadas. Langbeinitas: Crecimiento de monocristales de langbeinitas. Medio ambiente: Transporte y deposición de contaminantes. Acústica musical: Propiedades físico acústicas de instrumentos musicales (mecánica vibracional en sistemas bidimensionales y tridimensionales. Simulación por ordenador de transmisiones de fase estructurales en materiales incommensurables. Aleaciones con memoria de forma: Elaboración, caracterización y propiedades termomecánicas. Aleaciones ligeras de Al-Li: microestructura y propiedades mecánicas. Movilidad de dislocaciones y juntas de grano. Fricción interna y microscopía electrónica. Cálculos ab-initio en sólidos y superficies: Transiciones de fase, defectos, propiedades electrónicas y propiedades estructurales.

Las líneas propias de investigación del Departamento de Física de la Materia Condensada son: Propiedades ópticas de sólidos y cristales líquidos (Director: J. Etxebarria Ecenarro), Técnicas ultrasónicas de caracterización de sólidos (Director: A. Gómez Cuevas), Propiedades térmicas de sólidos. Calorimetría Adiabática. Calorimetría AC. Transiciones de fase en cristales (Director: A. López Echarri), Transiciones de fase estructurales. Estabilidad estructural de los sólidos. Cristalografía no convencional. Cristales aperiódicos (Director: J.M. Pérez Mato), Interacción electrón-electrón en superficies metálicas. Microscopía túnel. Penetración de cargas en la materia. Emisión electrónica. Respuesta dinámica y efectos de muchos cuerpos en sólidos. Estructura fotónica de bandas y pérdida de energía electrónica en medios compuestos (Director: José M. Pitarke), Propiedades mecánicas de materiales. Metalurgia física. Microscopía electrónica. Aleaciones ligeras Al-Li y Materiales Compuestos de matriz Al. Aleaciones con memoria de forma (Director: José Ma San Juan), Análisis estructural de sólidos. Laboratorio de Difracción de Rayos-X. Relación Estructura-Actividad óptica (Director: Fco. J. Zúñiga Lagares), Modelización de fenómenos atmosféricos. Meteorología. Atmósfera (Director: Juan Zubillaga)

Química

Los departamentos de química industrial de las universidades de referencia no suelen tener el gran peso de los anteriores departamentos en el conjunto de sus instituciones, quizás por esto van asociadas a otras áreas de conocimiento afines como medio ambiente e ingeniería nuclear. Imparten docencia no sólo a ingenierías

industriales sino también a otras ingenierías y diplomaturas. Además de las clases de primeros y segundos ciclos, siempre poseen programas de doctorado, de forma individual o en combinación con otros departamentos.

Las líneas de investigación son muy variopintas y dispersas. Colaboran con gran cantidad de organismos públicos y privados (nacionales y extranjeros), ya sea en el desarrollo de patentes, como de cursos de reconocido prestigio entre las industrias del sector. Realizan colaboraciones docentes sobretodo con universidades europeas (en gran parte del grupo CLUSTER). Existen incursiones en programas de autoaprendizaje.

Universitat Politècnica de Catalunya

El Departamento de Ingeniería Química imparte docencia en las siguientes titulaciones: Ingeniería Industrial e Ingeniería de Organización (ETSEIB y ETSEIT), Ingeniería Química e Ingeniería de Materiales (ETSEIB), Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial (ETSEIT), Ingeniería de Telecomunicaciones (ETSETB), Licenciatura de la Marina Civil y Diplomatura de Máquinas Navales (FNB), Ingeniería Técnica en Química Industrial (EUETIT, EUPVG), Ingeniería Técnica Textil (EUETIT), Diplomatura de Óptica y Optometría (EUOOT). Tiene también dos programas de doctorado: el de Ingeniería de Procesos Químicos y el de Polímeros, y tres programas de máster: Ingeniería y Gestión Ambiental, Materiales Plásticos y Dirección Técnica del Abono.

También imparte tres cursos de postgrado: Planificación y Gestión de la Emergencia; Transformación y Gestión de Materiales Plásticos y Formación Básica de Abono. El departamento participa en diversos programas internacionales de formación: ALFA, ERASMUS, MED y TEMPUS. Los investigadores de esta unidad estructural trabajan en líneas de investigación que pertenecen tanto al campo de la ingeniería química como de la química: optimización de procesos químicos, seguridad de plantas químicas y modelización de accidentes, reactores, sistemas fluido/partícula, tecnología del agua, tecnología alimentaria, tratamiento de residuos industriales y radiactivos, análisis de contaminantes, medio ambiente, ingeniería molecular, tensoactivos, y síntesis y estructura de polímeros. En cuanto a programas europeos, desde el curso 95/96 el Departamento realiza convenios en el marco de los programas Science, Joule II, Environment, CECA, Human Capital y Esprit-Pace. El Departamento cuenta también con el laboratorio del centro de medio ambiente, entidad colaboradora en medio ambiente industrial.

Universidad Politécnica de Madrid

En el departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente ejercen su docencia 31 profesores y 8 investigadores de laboratorio. Llevan a cabo una asignatura introductoria y varias asignaturas de primer ciclo, de segundo ciclo y el programa de doctorado "Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente".

El departamento dispone de un programa de autoaprendizaje que básicamente es un enlace a un conjunto de páginas Web, realizadas por un grupo de profesores y alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, cuyo objetivo es servir de ayuda en la resolución de problemas de "Química" y "Ampliación de Química", de primero y segundo curso respectivamente. Además dispone del temario de las asignaturas y de ejercicios para que el alumno se autoevalúe.

El departamento forma parte del Proyecto Global sobre "Enseñanza-aprendizaje de la Química y Vida Cotidiana", financiado por El ministerio de Ciencia y Tecnología y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. El Proyecto se centra en una serie de acciones con objeto de apoyar la labor del profesorado de Química en los diversos niveles educativos; motivar a los alumnos universitarios, de bachillerato y de formación profesional, para el aprendizaje de la Química; y contribuir a aumentar la cultura científica de los ciudadanos. Todo ello mediante la difusión de hechos que muestran cómo la Química está implicada en la vida cotidiana (materiales, medio ambiente, etc.), y fomentando el aprendizaje de la Química con analogías y ejemplos de la "vida diaria". Esta dirección de Internet no está dedicada a la Química recreativa, si bien éste un aspecto muy importante para la divulgación de esa Ciencia. Se ofrecen direcciones al respecto en la sección de enlaces. La información suministrada está destinada de forma especial a docentes de Química que, en cada caso, deberían adaptar las distintas herramientas educativas al nivel de sus alumnos.

Universitat Politècnica de València

El departamento de Ingeniería Química y Nuclear inicia su andadura el 7 de febrero de 1986, englobando dos áreas de conocimiento, Ingeniería Química e Ingeniería Nuclear. El departamento se estructura en cuatro unidades docentes: Unidad Docente de Ingeniería Nuclear, Unidad Docente de Ingeniería Química, adscritas a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Unidad Docente de Ingeniería Química, adscrita a la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Valencia y Unidad Docente de Ingeniería Química adscrita a la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Alcoy. Actualmente ejercen docencia 36 profesores y más de 10 de personal de soporte a la investigación.

El departamento, además de las asignaturas de primer y segundo ciclo de las escuelas antes mencionadas, lleva a cabo dos programas de doctorado: 1-Medio ambiente y seguridad nuclear, y 2-Tecnología de membranas y electroquímica. También organiza 2 cursos a través del Centro de Formación de Postgrado: Curso de adiestramiento para supervisores de instalaciones radiactivas, y Curso de adiestramiento para operadores de instalaciones radiactivas, ambos conjuntamente con el Consejo de Seguridad Nuclear.

El departamento, en su actividad de investigación desde 1990, ha publicado más de 50 artículos, entre revistas especializadas y ponencias en congresos internacionales y nacionales. Dispone además de dos patentes internacionales.

En noviembre de 1999 el departamento participó en el segundo Plan Nacional de Calidad de la Universidades Españolas (cuyo informe final está colgado en las web del departamento), donde se destacan las ventajas competitivas y los elementos a mejorar de su situación. En general la evaluación es muy positiva.

Euskal Herriko Unibertsitatea

La EHU dispone de dos departamentos de Química: Ingeniería Química, y Ingeniería Química y del Medio Ambiente, que imparte docencia a los ingenieros industriales.

El Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente se compone de cinco Secciones Departamentales, distribuidas en siete Centros Educativos de los tres Campus de la siguiente forma: Sección Departamental de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Bilbao.(Docencia en la E.S.I. de Bilbao), Sección Departamental de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Minera de Baracaldo (Docencia en la E.U.I.T.M. de Baracaldo y en la E.T.S. de Náutica y Máquinas Navales), Sección Departamental de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao (Docencia en la E.U.I.T.I. de Bilbao), Sección Departamental de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de San Sebastián (Docencia en la E.U.I.T.I. de San Sebastián y en la E.U.I.T.I. de Eibar), y Sección Departamental de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial y Topografía de Vitoria. (Docencia en la E.U.I.T.I. y Topográfica de Vitoria).

El departamento oferta dos programas de doctorado en la actualidad: "Ingeniería Ambiental" cuyo responsable es el Dr. Lucio Alonso Alonso, y "Ingeniería de Materiales" cuyo responsable es el Dr. Juan Andrés Legarreta Fernández, que se imparte conjuntamente con los Departamentos de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Minera, Metalúrgica y Ciencia de los Materiales.

El conjunto de actividades de investigación responde a las preguntas: ¿Existe la tecnología para medir con precisión los metales pesados cuya emisión se quiere limitar? ¿Existe la tecnología para separar partículas tan finas? ¿Cómo se controla en continuo la operación de un aparato que tiene que separar algo que no se es capaz de medir en continuo? Para responder estas preguntas se implementan la siguientes líneas de investigación:

Caracterización experimental y simulación numérica de la contaminación atmosférica: contaminantes tóxicos, compuestos orgánicos volátiles y oxidantes fotoquímicos. Sus objetivos son , la puesta a punto y la aplicación sistemática de técnicas de medida de contaminantes tóxicos y compuestos orgánicos volátiles atmosféricos tanto en emisión como en atmósferas urbanas, industriales y de fondo, la definición de las estrategias de medida y técnicas de muestreo más adecuadas para cada caso, la puesta a punto de sistemas de sondeo para la obtención de perfiles verticales de ozono y otros oxidantes fotoquímicos.

Meteorología Aplicada. En esta línea se ha acumulado una importante experiencia en la adquisición, procesado e interpretación de datos meteorológicos:

análisis sinóptico, sondeos atmosféricos con radares de aire limpio/perfiladores, RASS, sodar doppler, globos cautivos y libres, recepción y procesado de imágenes digitales de alta resolución de satélites meteorológicos y simulación numérica con modelos de mesoescala.

Desarrollo de instrumentos y técnicas de medida en contaminación atmosférica. Dentro de esta línea de investigación destaca el desarrollo de: métodos de medida de emisiones fugitivas; modelos de simulación de espectrómetros de correlación dispersiva; equipos de medida de respuesta rápida para operación en laboratorios móviles; técnicas de medida de sobre elevación de penachos de chimeneas altas mediante fotogrametría; métodos para la medida remota de viento y condiciones de dispersión y modelos acoplados de transferencia de radiación y función de transferencia para simular la respuesta de instrumentos ópticos tipo COSPEC, DOAS, FTIR, en atmósferas reales.

Emisiones de partículas finas: muestreo y caracterización / análisis. Las partículas finas representan uno de los problemas de contaminación atmosférica de más difícil evaluación, donde se combinan las dificultades objetivas de muestreo e interpretación de resultados, con las de determinación de su composición química. Por otra parte, constituyen uno de los objetivos de las nuevas tendencias en normativa europea, fundamentalmente desde el punto de vista de calidad del aire.

Modelos predictivos para la distribución en fases (gas y sólido) de los metales pesados. Las partículas finas. En la práctica, el control de operación para partículas finas está indeterminado. Esta laguna requiere el establecimiento de nuevas metodologías. La aproximación que se adopta combina evaluación experimental en fuente con control de las emisiones, y desarrollo de instrumentos y técnicas de predicción.

Se han desarrollado proyectos de investigación, desarrollo y/o innovación en colaboración con empresas internacionales como Shell , Haldor Topsoe, Enitecnologie, etc. Así como con empresas españolas: Repsol-YPF, Cementos Portland de Lemona S. A., Sefanitro-Fertiberia, Befesa, Aser, Gas de Euskadi, Praxair, Onduline, Guascor I+D, Pridesa, Termólisis Modular S.A, Environment & Systems, S.A., Cementos Lemona Industrial, S.A., T.S.A., Sidenor, Iberia Ashland Chemical, Uriker, Tamoin, Exaloid Sud CEIME.

El departamento ha colaborado en proyectos de investigación con grupos de las siguientes universidades: Imperial College of Science, Technology and Medicine (Gran Bretaña), Universidad de Karlsruhe (Alemania) y Universidades de Amsterdam, Eindhoven y Delft (Países Bajos). Y centros de investigación del CNRS (Francia) y del CSIC (España), grupo del profesor García Fierro del Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (Cantoblanco-Madrid). También colabora con Centros tecnológicos de la red vasca de tecnología, tales como Labein, Gaiker y Enerlan.

En ámbitos docentes ha colaborado con la Universidad Texas A&M (USA), el Imperial College of Science, Technology and Medicine (Gran Bretaña), la Universidad de Lovaina (Bélgica), la Universidad de Karlsruhe (Alemania) y la ENSAM (Francia), (Centro Tecnológico GAIKER, PRIDESA) I.H.O.B.E, A.B., Consorcio de Aguas del Gran Bilbao, Dirección de Calidad Ambiental, S.V.M., Dirección de Atención de emergencias (Gobierno Vasco).

Proyectos

Los departamentos de Proyectos de las universidades estudiadas se configuran de muy diferente manera. Algunas tienen sus propios departamentos, otras se aglutinan con otras áreas de conocimiento o forman una cátedra aparte del departamento que las acoge. En todos ellos muestran interés por la gestión de proyectos, la mejora de los procesos y muchos otros elementos relacionados con ellos como el medio ambiente la ergonomía, etc... En todos los casos siempre se destaca el interés por el aprendizaje a distancia, ya sea en cursos de postgrado en formato virtual, en grupos de estudio del aprendizaje no presencial o formando equipos multidisciplinares.

Son departamentos con menos docencia en los primeros ciclos que los anteriores departamentos estudiados, pero todos ellos tienen o participan en programas de doctorado.

Universitat Politècnica de Catalunya

El Departamento de Proyectos de Ingeniería está integrado por 51 profesores en dos áreas de conocimiento distribuidas en las escuelas y facultades siguientes: el área de proyectos, en la ETSEIB, la ETSEIT y la ETSECCB; el área de inglés, en la ETSEIB, la ETSEIT, la FIB, la ETSETB, la EUOOT, la EUPVG, la ETSAV y la FNB.

El Departamento tiene como finalidad la docencia y la investigación en temas de proyectos de ingeniería, especialmente en áreas como la luminotecnia, el proceso de diseño de nuevos productos, la ergonomía, la cogeneración de calor y electricidad, y el desarrollo de técnicas multimedia y producción audiovisual, entre otras.

Sus estudios están encaminados a la innovación y el desarrollo de productos y servicios. En cuanto al tercer ciclo, imparte diversos cursos de máster y de postgrado, así como diversos programas de doctorado sobre Ingeniería de Proyectos, Proyectos de Innovación Tecnológica, Ingeniería Multimedia (conjuntamente con el departamento EGI) e Ingeniería Ambiental. También imparte, dentro de la enseñanza reglada de la ETSEIB, las asignaturas de intensificación de Diseño de Productos y Sistemas.

Ha realizado solicitudes de patentes y desarrolla convenios de colaboración con la industria y la Administración en las áreas mencionadas. El Departamento fomenta la enseñanza y la práctica del trabajo en equipo y en entornos colaborativos

El área de Filología inglesa tiene como objetivo la docencia y la investigación en inglés para finalidades específicas: lingüística aplicada, tecnología y cultura y estudios norteamericanos.

Universidad Politécnica de Madrid

La ETSIIM no tiene departamento propio de Proyectos. El departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística está organizado en cinco cátedras: Economía, Administración de Empresas, Organización de la Producción, Proyectos, y Estadística. La cátedra de proyectos está dirigida por un catedrático, y colaboran en ella cuatro profesores titulares y nueve asociados.

La cátedra de Proyectos actualmente se está colaborando en los siguientes proyectos: Colaboración con el Departamento de Física Aplicada e Ingeniería de Sistemas de la EUIT Industrial en la planificación del desarrollo del proyecto de ámbito europeo Brite Euram BE-3743, denominado SMARTMEC. Código técnico de edificación. Colaboración con el Instituto Eduardo Torroja para desarrollar el código técnico de edificación en colaboración con la Unidad Docente de Construcciones Industriales.

La cátedra de Proyectos participa en el servidor de Internet PAUTA.net. La finalidad de esta página web es servir de ayuda a los estudiantes de 6º curso de la E.T.S.I.I.M. que tengan que realizar las prácticas de proyectos, para promover iniciativas de carácter educativo que empleen INTERNET como una herramienta de educación y poner en marcha iniciativas basadas en el autoaprendizaje. También organiza el curso de creatividad. Este seminario familiariza con los principios, técnicas y procedimientos de la actual Creatividad General, sobre todo en lo aplicable a proyectos de ingeniería. Casos, situaciones prácticas y las propias experiencias de los asistentes contribuyen a la interactividad. Julián Plana Pujol, autor de Creatividad en la Gestión, tiene amplia experiencia en la dirección de seminarios similares en facultades universitarias y en empresas de primer orden. La informática y la nueva creatividad son las dos grandes herramientas que ha inventado el siglo XX. La nueva creatividad es el arte de superar situaciones problemáticas y es aplicable en cualquier circunstancia.

La cátedra organiza los cursos “Gestión y planificación de proyectos con microsoft project” y “Herramientas para la gestión de la calidad. Conocimientos prácticos de las normas ISO 9000:2000” cuyo objetivo principal es dar los conocimientos básicos sobre calidad así como las herramientas básicas empleadas en las empresas para mejorar la calidad.

Universitat Politècnica de València

El Departamento de Proyectos de Ingeniería de la UPV se constituye en 5 unidades docentes correspondientes a las áreas de Proyectos, Producto, Medio Ambiente, Cooperación y Gestión de la Innovación y el Conocimiento. Desde el área de Proyectos de Ingeniería, imparte docencia en varios títulos de la Universidad Politécnica de Valencia, en las asignaturas de Proyectos, y de Gestión de Proyectos, en Ingeniero Industrial, Ingeniero de Telecomunicaciones, Ingeniero Químico, Ingeniero en Organización Industrial, Ingeniero en Automática y

Electrónica, Licenciado en Administración y Dirección de Empresas y Licenciado en Ciencias Ambientales.

También trabaja en el área del diseño industrial y de productos e imparte docencia en la especialidad de producto de Ingeniero Industrial y en Ingeniero Técnico en Diseño Industrial, además de desarrollar un importante trabajo tanto de investigación como de colaboración con empresas en estos temas.

El departamento mantiene una estrecha vinculación con INGENIO (Instituto para la gestión de la innovación y el conocimiento). Existe una gran relación entre los temas de innovación y los proyectos de ingeniería, así como un importante requerimiento socioeconómico de desarrollar metodologías y procedimientos de toma de decisiones y evaluación de proyectos.

A través del grupo de investigación IDEA trabaja en la intersección entre Diseño de Productos y Medio Ambiente, desarrollando técnicas de DFE (Design for Environment).

Cabe destacar también la docencia e investigación que realiza en el campo de los Proyectos de cooperación para el desarrollo y desarrollo rural. En la actualidad, imparte asignaturas de este tema en seis centros de la Universidad Politécnica de Valencia, además de constituir uno de los grupos de trabajo más importantes del país.

Pertenece al grupo de investigación AMEVA. Una actividad fundamental en el proceso de desarrollo de cualquier proyecto, se desarrolle en el ámbito del sector público o privado, es la evaluación de diferentes alternativas y la toma de decisiones. El grupo AMEVA tiene ya una larga experiencia realizando estudios de estos procesos de decisión con el objetivo de desarrollar metodologías para mejorarlos basadas en los métodos de decisión multicriterio. Los métodos de Toma de Decisiones Multicriterio son una poderosa herramienta que ayuda a generar consenso en contextos complejos de decisión. Se pueden aplicar estas técnicas a casos en los que sea necesaria la confluencia de intereses y puntos de vista de diferentes grupos o personas. Esto permite que todas las partes interesadas participen en el proceso de toma de decisiones.

Todos estos argumentos son decisivos a favor del empleo de estas técnicas, particularmente en el ámbito de la gestión pública. Es en este ámbito donde las decisiones que hay que adoptar afectan de una forma muy importante a amplios colectivos de ciudadanos; donde hay que conjugar un amplio abanico de intereses y donde la magnitud de los problemas de decisión que hay que abordar son más complejos. Sin embargo, para que los métodos MCDM se apliquen en el mundo real, es necesario que tengan una solidez teórica, pero sobre todo, es imprescindible que puedan ser comprendidos por los decisores y aplicados por ellos de forma fácil. La experiencia demuestra que las técnicas conceptualmente más fáciles de entender y de aplicar son más utilizadas que aquellas más abstractas teóricamente. Puede llegar el caso en el que no se empleen técnicas multicriterio porque el decisor no acaba de comprenderlas y siente que el proceso de toma de decisiones se le escapa de las manos. El decisor tiene que sentir que controla el proceso en todo momento.

En Diciembre de 2001 el grupo de trabajo recibió una ayuda del ministerio de Educación Cultura y Deporte de 27.443,69 euros para poner en marcha el Laboratorio informático de ayuda a la evaluación y toma de decisiones, en el cual se hallarán ubicados los sistemas informáticos de ayuda a la decisión, tanto individual como en grupo Expert Choice, Team Expert Choice, Promcalc, Electre III y IV, Decision Pad, entre otros. Con este laboratorio se pretende impulsar la investigación y la experimentación de los procesos de decisión basados en la aplicación de las técnicas de Toma de Decisión Multicriterio Discretas y de Análisis Multicriterio.

El Departamento gestiona el programa de doctorado “Proyectos de Ingeniería e Innovación” cuyo objetivo es declarado es la formación de especialistas en el área de Ingeniería. El programa tiene dos líneas de intensificación: 1-“Innovación y Gestión del Conocimiento”, y 2-“Integración del factor ambiental en los proyectos de Ingeniería”

Participa en los programas de postgrado: 1-Dirección y Gestión de Proyectos 2-Estrategias avanzadas de dirección y gestión de proyectos. Project Management. 3-Estrategias de dirección y gestión en ingeniería de mantenimiento. 4-Engineering Design (curso ON LINE) y 5-Project Management (curso ON LINE).

Euskal Herriko Unibertsitatea

El departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de la Ingeniería de la EHU aglutina estas dos áreas de conocimiento.

En resolución de 23 de julio de 1997 del Director de Tecnología y Telecomunicaciones del Gobierno Vasco, acredita y reconoce como Agente Tecnológico integrado en la Red Vasca de Tecnología al Departamento.

Las líneas de investigación del departamento son: 1-Modelización geométrica de formas y diseño de sistemas automatizados de aplicación industrial. 2-Modelización topográfica utilizando sistemas de información geográfica para la optimización de recursos energéticos. 3-Estrategias para la mejora del diseño de productos industriales con nuevos materiales y tecnologías informáticas. 3-Automatización del análisis y la síntesis cinemáticos de mecanismos. 4-Metodologías para la aplicación de la semiótica gráfica en la comunicación de informaciones técnicas. 5-Elaboración de aplicaciones hipermedia para la formación en ámbitos universitarios y empresariales. 6-Influencia de las nuevas tecnologías y estrategias de desarrollo en la gestión y organización empresarial de las pymes.

- Ha llevado a cabo numerosos proyectos de I+D+I en colaboración con diversas instituciones, entre los que destacan:
- Desarrollo de un Sistema para el Diseño y Control de Depósitos Controlados de Alta Seguridad por Procedimientos Informáticos. (1989-90). Colaboración con los departamentos de Matemática Aplicada / Ingeniería Química del Medio Ambiente

- Desarrollo de nuevas formas organizativas derivadas de la implantación del teletrabajo: análisis empírico de la aplicabilidad a las Pymes del País Vasco. (1996-97) Colaboración con el departamento de Organización de Empresas
- Desarrollo de un Sistema de Ayuda al Preproceso de Modelos CAD para Troquelería (1995) Colaboración con los departamentos de Matemática Aplicada / Ingeniería Mecánica
- Prefabricados de Hormigón Polimérico para Infraestructura de Telecomunicación (UE/96-37) (1997) Colaboración con el departamento de Matemática Aplicada
- Determinación del mapa de segmentación y del mapa de posicionamiento del sector de la máquina herramienta en el mercado español. (1997). Colaboración con el departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad. Empresa Colaboradora: Asociación Española de Fabricantes de Maquina-Herramienta
- Determinación de la percepción que tiene la demanda de máquinas de electroerosión segmentada en base a su tamaño, en el mercado nacional (1998). Empresa Colaboradora: ONA Electro-erosión, S.A.
- Investigación sobre la demanda de máquinas de mecanizar por electroerosión (1999) Empresa Colaboradora: ONA Electro-erosión, S.A.
- Creación, Puesta en Marcha y Consolidación de la Unidad de Marketing en una Electro-erosión. (2000-2001) Empresa Colaboradora: ONA Electro-erosión, S.A.

El convenio marco de colaboración científico-tecnológico en los campos de I+D+I y docencia se ha materializado en el aula denominada BEDIA ORMAZABAL WORKPLACE.

Conclusiones

Todos los departamentos aquí estudiados buscan un mínimo de masa crítica para poder llevar a cabo otras actividades además del mero encargo académico de los planes de estudio. Quizás por ello, si las áreas de conocimiento no llegan a ese mínimo crítico se asocian a otras áreas más o menos afines. En otros casos (por ejemplo matemáticas) el peso permite desglosarse en tres y hasta cuatro departamentos asignando a cada uno diferentes áreas de investigación, para no superar en ningún caso más del centenar de profesores-investigadores.

Todos los departamentos llevan a cabo como mínimo un programa de doctorado, además de colaborar (y organizar) con otros departamentos (de la misma u otra universidad) en otros programas. A pesar de que existe colaboración con otras universidades europeas en materia de investigación, no ocurre lo mismo en los doctorados, a excepción de los programas Erasmus y Sócrates (aún lejos de los criterios del espacio europeo de enseñanza superior).

Proporcionalmente existe más colaboración (docente e investigadora) con universidades europeas que españolas. Como anécdota, algunas de sus páginas web son sólo ingles. Las relaciones internacionales son sobretudo europeas (en gran parte universidades del grupo CLUSTER), pocas norteamericanas y casi ninguna latinoamericana. Curiosamente, las colaboraciones españolas nunca son

entre cualquiera de las cuatro universidades de referencia estudiadas, más bien actúan como potentes focos regionales estableciendo relaciones con otras universidades de su entorno medio-próximo.

Muchos de los departamentos desarrollan potentes y reconocidos laboratorios y centros de estudio, la mayoría de las veces con soporte institucional autonómico. También desarrollan productos, implementaciones y otros estudios que permite que gran cantidad de estos departamentos posean patentes internacionales.

Las TIC están poco presentes, y sólo en forma de cursos semipresenciales y laboratorios virtuales (solo algunos casos).

Anejo 3. Tablas Antecedentes

Las tablas expuestas a continuación son fruto del trabajo de investigación llevado a cabo entre 2000 y 2002. Trabajo que supuso parte importante en el proyecto de tesis, y que fue presentado en el año 2002 en Tarragona en el II CIDUI 2002, y en Vilanova i la Geltrú el 2003 una versión mejorada en el XI CUIEET.

La primera tabla recoge la existencia de las 47 universidades con escuelas de ingeniería industrial de España (en 2002), con los datos que pueden suponer una valoración de ellas: dirección electrónica, año de fundación de la universidad, número de personal PDI, número de estudiantes, carácter público/privado, presencial/no presencial, departamento donde está ubicada el área de conocimiento de ingeniería gráfica, definición del área de ingeniería gráfica, escuelas de ingeniería industrial de cada universidad, año de fundación de las escuelas, profesorado agrupado por categorías para el área, nombre de las asignaturas que ofrecen, plan al que pertenecen, curso y cuatrimestre de impartición, carácter troncal-obligatorio-optativo de las asignaturas, y los créditos teóricos y practicaos de cada una de ellas.

En la segunda tabla se puede observar la bibliografía ofrecida (siempre via web) por todas las asignaturas, y la suma total de citas, tanto por libro como por autor. De esta manera pudimos saber cuáles eran las escuelas que ofrecían mas bibliografía, cuáles eran los autores más citados, y que obras bibliográficas las más usadas. Los datos están recogidos y tratados de forma absoluta y porcentual.

En la tercera tabla se muestran que escuelas de ingeniería industrial tenían declarados unos objetivos docentes, y se clasifican en objetivos de carácter meramente informativo, u objetivos de carácter formativo.

universidad	dirección-e	fundada	docentes + investigador	alumnos '5	carácter	departamento	Área de conocimiento	escuelas de Ingeniería Industrial	fundación 7	categorías profesorado (dep/área)							asignaturas *4	plan	curso	quad 3	tipo	créditos			prog. via			
										cu	cau	tu 6	teu	asociados	otra *1	total						teoría	práctica 8	total				
Euskal Herriko Unibertsitatea	www.ehu.es	1.936	3.567	54.406	pública	expresión grafica y proy. ingeniería	expresión grafica de la ingeniería	E. Superior de Ingenieros de Bilbao E.U.I.T. Industrial de Bilbao E.U.I.T. Industrial de Donostia E.U.I.T. Industrial de Vitoria E.U.I.T. Industrial de Eibar	1897 1972 1952 1972 1972										expresión grafica y DAO (E,EI) expresión grafica (M)	1 1	1 A	troncal troncal	3 6	4,5 6	7,5 12	web		
universidade da Coruña	www.udc.es		1.201	26.482	pública	ingeniería industrial	expresión gráfica de la ingeniería	E. Politécnica Superior da Coruña Escuela Universitaria Politécnica					6	4	1	11			dibujo técnico			troncal	3,0	4,5	7,5			
universitat d'Alacant	www.ua.es	1.979	1.442	33.000	pública	expresión gráfica y cartografía	expresión gráfica en la ingeniería	E. Politécnica Superior								14			expresió grafica dibuix tècnic assistit per ord.	1999 1999	1 3	A A	troncal obligatoria	1,5 0,0	6,0 4,5	7,5 4,5	web web	
universidad Alfonso X El Sabio	www.uax.es	1.993		9.494	privada			E. Politécnica Superior											expresión gráfica geometría	1999 1999	1 1	A 2	troncal troncal			9,0 4,5		
universidad de Almería	www.ual.es			13.809	pública	ingeniería rural	expresión gráfica	no tiene				3	2		3	8												
universidad Antonio de Nebrija	www.unnet.es			1.965	privada			E. Politécnica Superior																				
universitat Autònoma de Barcelona	www.uab.es	1.968	2.876	50.557	pública			E.T.S.d'Enginyeria	1999										expresió grafica	1999	2	1	troncal	3,0	3,0	6,0	web	
universidad Autónoma de Madrid	www.uam.es	1.968	2.059	35.406	pública			no tiene																				
universitat de Barcelona	www.ub.es			56.836	pública			no tiene																				
universidad de Burgos	www2.ubu.es			10.318	pública	expresión gráfica	expresión gráfica en la ingeniería	E. Politécnica Superior de Burgos											expresión gráfica y DAO dibujo técnico	1999 1999	1 1	1 2	troncal obligatoria			12 6		
universidad de Cádiz	www2.uca.es			23.243	pública	Ingeniería Industrial e Ing. Civil	expresión gráfica en la ingeniería	E. Superior de Ingeniería de Cádiz E. Politécnica Superior de Algeciras								47			dibujo técnico I dibujo técnico II	1 2	A 1	troncal troncal	3,0	3,0	6,0	7,5 6,0	web web	
universidad Camilo José Cela	www.ucjc.es			209	privada			no tiene																				
universidad de Cantabria	www.unican.es	1.972	1.054	14.200	pública	Ing. Geográfica y Tec. Exp.	expresión grafica en la Ingeniería	E.T.S.I. Industriales y de Telecomunicación	1901	3		3	2	13		21			expresión grafica ingeniería grafica DAO diseño industrial CAD.Estr. datos,form.neutros CAD-3D	1 1 2	1 2 1	troncal obligatoria obligatoria			4,5 4,5 6,0	7,5 4,5 6,0	web web web	
universidad Cardenal Herrera-CEU	www.uch.ceu.es		2.050	22.000	privada			E.U.Enseñanzas Técnicas	1987										expresión gráfica técnica DAO mod.de sup. por ordenador técnicas de rep. gráfica	1 1 2	A 2 1	troncal troncal troncal			12,0 4,5 6,0			
universidad Carlos III de Madrid	www.uc3m.es	1.989	1.015	14.420	pública	ingeniería mecánica	ingeniería mecánica	E. Politécnica Superior		1		5		16	12	34			expresión gráfica Diseño asistido por Comp.	2000 2000	1 2	1 1	troncal troncal			6,0 6,0	web web	
universidad de Castilla-la Mancha	www.uclm.es			32.218	pública			E. Politécnica Superior Albacete E.T.S.I.I. Ciudad Real E.U.I.T.I. CEI Toledo E.U. Politécnica Almadén	1978										ex. gráfica y cartográfica						9,0	web		
univ.Catolica San Antonio de Murcia	www.ucam.es			3.920	católica			no tiene																				
univ.Catolica Santa Teresa de Ávila	www.ucavila.es	1.999		548	católica			Facultad de Ciencias y Artes											dibujo técnico I dibujo técnico II	2000 2000	1 1	A A	troncal troncal			6,0 6,0		
universidad Complutense de Madrid	www.ucm.es			97.388	pública			no tiene																				
universidad de Córdoba	www.uco.es	1.972		23.391	pública	ing.gráf. y sist. de inf.cartografica	expresión gráfica en la ingeniería	E. Politécnica Superior de Córdoba	1928										Sistemas de Representación Dibujo Técnico Mec. y DAO Dibujo 3d y mod. de sólidos	1999 1999 1999	1 2 1	A A A	troncal troncal troncal			6,0 9,0 4,5		
universidad de Deusto	www.deusto.es	1.886		14.284	católica	física y matemática aplicada	expresión gráfica y proyectos	Facultad de Ingeniería ESIDE								15			expresión gráfica y DAO		1	2	optativa			6,0		
universidad Europea de Madrid	www.uem.es			6.471	privada			E.S.I.I. (Villaviciosa de Odon. Madrid)											dibujo técnico Sistemas CAD-CAE-CAM	1 4	A 2	troncal troncal	3,0 1,0	3,0 2,0	6,0 3,0	web		
universidad de Extremadura	www.unex.es			27.660	pública	expresión gráfica	expresión grafica en la ingeniería	E. Ingenierías Industriales de Badajoz Centro Universitario de Mérida				1	16	22	5	44			Dibujo Ampliación de Dibujo Dibujo Técnico DAO Diseño Industrial	1 2 2 2 2	1 1 2 2 2	troncal troncal obligatoria optativa optativa			6,0 4,5 4,5 6,0 6,0			
universitat de Girona	www.udg.edu	1.991		13.500	pública	Organització, gestió d'empreses i distribució de producte	expresió grafica a l'enginyeria	Escola Politécnica Superior de Girona											Dibuix I Dibuix II DAO	1 1 3	1 2 2	troncal troncal optativa	3,0 3,0 1,5	1,0 1,0 2,5	4,0 4,0 4,0	web		
universidad de Granada	www.ugr.es			59.814	pública	exp. gráf. archit. y en la ingeniería	expresión grafica en la ingeniería	no tiene																				
universidad de Huelva	www.uhu.es	1.993		13.255	pública	ingeniería de diseños y proyectos	expresión grafica en la ingeniería	E. Politécnica Superior de Huelva	1967										expresión gráfica ingeniería grafica aplicada ampliación expresión gráfica	1 1	1 2	troncal troncal			6,0 6,0			
universidad Inter. de Andalucía	www.uia.es	1.991			de verano			solo cursos																				
universitat Inter. de Catalunya	www.unica.edu			2.334	privada			no tiene																				
univ. Inter. Menéndez y Pelayo	www.uimp.es				de verano			solo cursos																				
universitat de les Illes Balears	www.uib.es	1.985	870	13.055	pública	matemàtiques i informàtica	expresió grafica a l'arquitectura	E. Politécnica Superior de Palma				2							expresió grafica i DAO		1	2	troncal	3,0	3,0	6,0		
universidad de Jaén	www.ujaen.es	1.993		15.113	pública	Ing. Gráfica, Diseño y Proyectos	expresión gráfica en la ingeniería	E. Politécnica Superior de Jaén E. Universitaria Politécnica de Linares											expresión gráfica DAO Dibujo industrial Diseño gráfico en 3D	1 1 1	1 2 2	troncal troncal obligatoria						
universitat Jaume I de Castelló	www.uji.es	1.991	766	13.000	pública	tecnologia	dibuix	E.S.de Tecnología y Ciencias Experimentales				3		2					expresió grafica enginyeria grafica			troncal obligatoria			6,0 4,5			
universidad de La Laguna	www.ull.es	1.816		25.533	pública			no tiene																				
universidad de La Rioja	www.unirioja.es	1.992	377	7.293	pública	ingeniería mecánica	expresión gráfica en la ingeniería	Centro Enseñanzas Científicas y Técnicas								8			expresión gráfica y DAO I expresión gráfica y DAO II ingeniería grafica	1 1 2	1 2 2	troncal troncal obligatoria			6,0 6,0 4,5	web web web		
univer.Las Palmas de Gran Canaria	www.ulpgc.es	1.989		22.314	pública	cartografía y exp.gráf.en la ingeniería	expresión gráfica en la ingeniería	E.T.S.I. Industriales			1		21	16		38			Dibujo Técnico I Dibujo Técnico II Geometría descriptiva	1 1 2	1 2 A	troncal troncal obligatoria	1,5 1,5	4,5 3,0	6 5	web web web		
universidad de León	www.unileon.es			14.807	pública	física, química y expresión gráfica	expresión gráfica en la ingeniería	Escuela de Ing. Industrial y Informática E.U. de Ingeniería Industrial y Minera	1979							3			Sist. Repr. y Dibujo Técnico I Dibujo Técnico II Dibujo Técnico (I.T.I)						15 12 6	web		

Ilustración 86. (2002) Objetivos declarados por escuelas.

Universidad	Característica	Escuelas de Ingeniería Industrial	de carácter informativo	de carácter formativo
Euskal Herriko Unibertsitatea	pública	E. Superior de Ingenieros de Bilbao E.U.I.T. Industrial de Bilbao E.U.I.T. Industrial de Donostia E.U.I.T. Industrial de Vitoria E.U.I.T. Industrial de Eibar	SI	SI
universidade da Coruña	pública	E. Politécnica Superior da Coruña Escuela Universitaria Politécnica		
universitat d'Alacant	pública	E. Politécnica Superior	SI	SI
universidad Alfonso X El Sabio	privada	E. Politécnica Superior		
universidad Antonio de Nebrija	privada	E. Politécnica Superior		
universitat Autònoma de Barcelona	pública	E.T.S.d'Enginyeria	SI	
universidad de Burgos	pública	E. Politécnica Superior de Burgos		
universidad de Cádiz	pública	E. Superior de Ingeniería de Cádiz E. Politécnica Superior de Algeciras		
universidad de Cantabria	pública	E.T.S.I. Industriales y de Telecomunicación	SI	
universidad Cardenal Herrera-CEU	privada	E.U.Enseñanzas Técnicas		
universidad Carlos III de Madrid	pública	E. Politécnica Superior	SI	
universidad de Castilla-la Mancha	pública	E. Politécnica Superior Albacete E.T.S.I.I. Ciudad Real E.U.I.T.I. CEI Toledo E.U. Politécnica Almadén	SI	
univ.Catolica Santa Teresa de Ávila	católica	Facultad de Ciencias y Artes		
universidad de Córdoba	pública	E. Politécnica Superior de Córdoba		
universidad de Deusto	católica	Facultad de Ingeniería ESIDE		
universidad Europea de Madrid	privada	E.S.I.I. (Villaviciosa de Odon. Madrid)	SI	
universidad de Extremadura	pública	E. Ingenierías Industriales de Badajoz Centro Universitario de Mérida		
universitat de Girona	pública	Escola Politécnica Superior de Girona	SI	
universidad de Huelva	pública	E. Politécnica Superior de Huelva		
universitat de les Illes Balears	pública	E. Politécnica Superior de Palma	SI	SI
universidad de Jaén	pública	E. Politécnica Superior de Jaén E. Universitaria Politécnica de Linares		
universitat Jaume I de Castelló	pública	E.S.de Tecnología y Ciencias Experimentales		
universidad de La Rioja	pública	Centro Enseñanzas Científicas y Técnicas	SI	
univer.Las Palmas de Gran Canaria	pública	E.T.S.I. Industriales	SI	
universidad de León	pública	Escuela de Ing. Industrial y Informática E.U. de Ingeniería Industrial y Minera		
universitat de Lleida	pública	E. Universit�ria Pol�cnica		
universidad de Málaga	pública	E.T.S.I. Industriales de Málaga		
univ. Mguel Hernández de Elche	pública	Escola Pol�cnica Superior d'Elx		
Mondragón Unibertsitatea	privada	E. Pol�cnica Superior		
univ. Nacional Educación a Distancia	no presencial	E.T.S.I. Industriales	SI	
universidad de Navarra	católica	E. Superior de Ingenieros CEIT		
universidad de Oviedo	pública	E.T.S.I.Industriales e Ing. Informáticos E.U. de Ingeniería Tcnica Industrial		
universidad Pontificia Comillas	católica	E.T.S.Ingeniería ICAI		
universidad pol�cnica de Cartagena	pública	E.T.S.Ingenieros Industriales de Cartagena		
universitat pol�cnica de Catalunya	pública	E.T.S.Enginyers Industrials de Barcelona E.T.S.Enginyers Industrials de Terrassa E.U.E.T.I. de Barcelona E.U.E.T.I. de Terrassa E.U.E.T.I. de Igualada E.U. Pol�cnica de Vilanova E.U. Pol�cnica de Manresa E.U. Pol�cnica de Matar	SI	SI
universidad pol�cnica de Madrid	pública	E.T.S. Ingenieros Industriales Madrid	SI	SI
universidad pol�cnica de Valencia	publica	E.P. Superior d'Alcoi E.T.S.Enginyers Industrials Valencia E.U.E.T. Industrial de Valencia		
universitat Pompeu Fabra	pública	Eng.T.en Disseny Industrial (ELISAVA)		
universidad Pública de Navarra	pública	E.T.S.Ingenieros Industriales Pamplona		
universitat Ramón Llull	católica	Centro Estudios Técnicos Superiores IQS		
universitat Rovira i Virgili	pública	E.T.S.E. deTarragona	SI	
Universidad de Salamanca	pública	E. Pol�cnica Superior vila E. Pol�cnica Superior Zamora E.T.S. Ing. Ind. de Bjar	SI	
universidad San Pablo CEU	privada	E. Pol�cnica Superior		
universidad de Sevilla	pública	E.T.S. Ingenieros Industriales Sevilla		
universidad de Valladolid	pública	E.T.S. Ingenieros Industriales Valladolid E.U. Pol�cnica de Valladolid		
universitat de Vic	privada	E. Pol�cnica Superior		
universidad de Vigo	pública	E.U.I.T. Industrial de Vigo E.T.S. Ingenieros Industriales Vigo	SI	SI
universidad de Zaragoza	pública	E.U.I.T.I. de Zaragoza E. Universitaria Politecnica de Huesca Centro Politecnico Superior	SI	
TOTAL			18	6

Anejo 4. Expresión Gráfica versus Ingeniería Gráfica

Existe actualmente consenso sobre la idoneidad del cambio nombre de nuestra área de conocimiento del tradicional *“Expresión Gráfica en la Ingeniería (EGI)”* a *“Ingeniería Gráfica (IG)”*. A pesar de este consenso prevalece la costumbre de citar muchas veces nuestro ámbito de conocimiento con la primera denominación. De entre todos los artículos en esta tesis mencionados, más del 90% de las citas textuales se refieren a la EGI, y sólo un restante 10% aproximado a la IG. De la misma manera las ponencias que presentan asignaturas, estas son denominadas mayoritariamente como Expresión Gráfica, e incluso como Dibujo Técnico. Parece pues, que la nueva denominación cuesta consolidarse.

Lo mismo ocurre con INGEGRAF, autodefinida como *“Asociación Española de Ingeniería Gráfica”* a pesar que si se consultan los estatutos de la asociación de enero 2005, podemos leer en el artículo 1 del *“Capítulo I: de la denominación, ámbito territorial y domicilio”* que se especifica que el objeto de la asociación se centra en *“la promoción del área de conocimiento Expresión Gráfica en la Ingeniería en las Universidades en el territorio del Estado Español”*. Y el artículo 4 del *“Capítulo II: de los fines”* añade que *“constituye fin primordial de la asociación (...) la transferencia de la tecnología y la divulgación de la Expresión Gráfica en la Ingeniería en las Universidades en el territorio del Estado Español, en las que se imparte la enseñanza de esta materia”*.

En una ponencia presentada en 2003²⁹⁶ se puede leer los siguientes datos: *“En las 47 universidades con estudios de ingeniería industrial existen 14 departamentos específicos de expresión gráfica (30%), mientras que otras 33 universidades (un 70%) inculcan esta área de conocimiento en otros departamentos, principalmente departamentos de proyectos e ingeniería mecánica. Así pues nos encontramos con que el área de expresión gráfica en la ingeniería está pobremente representado en las universidades españolas.”* En 2003 ninguna de las universidades cataloga el área de conocimiento bajo el epígrafe Ingeniería Gráfica.

Como criterio general, en estas tesis se ha mantenido siempre las denominaciones utilizadas por los diferentes autores, ya sea en las citas como en los resúmenes de forma explícita, que en la gran mayoría de los casos se refieren a la *“Expresión Gráfica”*. Mientras que en mis exposiciones me he referido al área como *“Ingeniería Gráfica”*.

²⁹⁶ Farrerons Vidal, Oscar; Monguet Fierro, Josep M^º. De los departamentos de expresión gráfica a los laboratorios multimedia”. Actas del XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 2003.