

Estimado amigo:



Desde hace más de un año, un grupo de compañeros viene trabajando activamente en la preparación de un documento sobre la Ingeniería Gráfica y la incorporación de la Universidad Española al Espacio Europeo de Enseñanza Superior.

Esta incorporación afecta de manera importante a los planes de estudio de las ingenierías con la implantación de los títulos oficiales de grado y postgrado. Todo ello plantea cambios e interrogantes sobre cómo abordarlos de manera lógica, teniendo en cuenta lo conocemos sobre ellos.

Preguntas como, ¿qué contenidos específicos de nuestra área se deben potenciar y cuáles reducir en el título de grado?, ¿cuáles en el postgrado?, ¿debemos ofertar un master específico del área y/o integrarnos en otros multidisciplinares...?, son interrogantes que deben debatirse en el seno del Área.

Dado que los nuevos planes de estudios no sólo afectarán a los contenidos, (al reducir el número de cursos de las titulaciones), sino también a la metodología de la impartición, con la implantación de los Créditos Europeos, es conveniente oír opiniones de compañeros que puedan poseer una mayor información.

Esta labor ya ha sido realizada por profesores de otras áreas de conocimientos, como Matemáticas, que ya han redactado un documento fruto del trabajo realizado.

Por todo ello nos ha parecido necesario debatir estos temas en el ya cercano Congreso de Zaragoza, para lo cual se han programado dos sesiones en las que nuestros compañeros Alfonso Cobos Moyano de la U.P.M. y José M^a Monguet de la U.P. de Cataluña nos presentarán las líneas maestras de las titulaciones oficiales de Grado y Postgrado, en relación a nuestra área. Después se prevé someter el documento de base de trabajo realizado y que se os adjunta a una serie de encuestas y posterior debate, procurando en el propio Congreso presentar las conclusiones más representativas de las opiniones recogidas en las encuestas.

En nombre de la Junta Directiva de INGEGRAF, quiero dar las gracias a los compañeros que desde hace más de un año vienen trabajando en este documento que se os adjunta y os animo a participar en dichos debates por la trascendencia que para el futuro de la Ingeniería Gráfica tendrá el poder afrontar las reformas que se nos avecinan lo más preparados posible.

Francisco Montes Tubío

Documento de trabajo sobre la Expresión Gráfica en la Ingeniería en el marco del Espacio Europeo de Enseñanza Superior

Índice

1. Introducción	3
2. La Ingeniería Gráfica. Concepto y alcance	6
3. Estructura general de la Ciencia de la Comunicación Gráfica en la Ingeniería	7
4. Contenidos básicos	9
5. Destrezas mínimas globales y por contenidos	11
6. Análisis de niveles y diversidad	13
7. Propuesta de acciones	14
8. Fuentes	15
9. Colaboradores del grupo de trabajo	15

1. INTRODUCCIÓN

La Ley Orgánica de Reforma Universitaria (1983) tipifica una nueva estructura de cuerpos docentes universitarios, reorganiza las enseñanzas en materias troncales, obligatorias, de libre elección y optativas, y declara responsables de ellas a los Departamentos formados según establece esta la ley.

Ante la evolución de los contenidos científicos, y la introducción generalizada de la herramienta informática en el área de “**Expresión Gráfica en la Ingeniería**”, **EGI**, los profesores de dicho área constituyen la Asociación Nacional de **EGI**, en adelante **INGEGRAF** (1988), cuyos fines son dar una respuesta científica a la nueva situación, tratando de ordenar conocimientos del área, unificar criterios, establecer contactos nacionales entre las distintas universidades, así como internacionales con Europa y el mundo latino americano.

Anualmente se ha celebrado un congreso internacional, en el que se han expuesto ponencias y comunicaciones de indudable valor; el último ha tenido lugar en la Universidad Federico II (UNINA) de Nápoles (Italia), en el mes de Junio, conjuntamente con la Asociación italiana de Diseño de Máquinas (**ADM**).

INGEGRAF ha publicado durante todos estos años los correspondientes números de una revista titulada “**Anales de la Ingeniería Gráfica**”, en la que se ha pretendido recoger los artículos e investigaciones de mayor interés.

Paralelamente, en estos años, se han celebrado seminarios sobre aspectos transversales del área de conocimiento, el último de los cuales tuvo lugar en Junio de 2002, en la ciudad de Alicante, con el objetivo de estructurar los conocimientos mínimos de “Geometría de la Representación”, en las escuelas de ingenieros. En dicho seminario se encomendó a los profesores de las universidades de Madrid, la constitución de un grupo de trabajo para estudiar la convocatoria de un segundo seminario en el que, continuando la labor allí comenzada, se ampliara al análisis y estudio de los contenidos troncales de geometría de la representación y las técnicas de representación.

La Ley Orgánica de Universidades (**LOU** diciembre 2001) establece que se adoptarán las medidas necesarias para la plena integración del sistema español en el espacio europeo de enseñanza superior. En este año 2003, se han desarrollado iniciativas normativas sobre la integración de nuestra enseñanza universitaria en este espacio común europeo, lo que ha inducido a este segundo grupo de trabajo, a contemplar los decretos y proyectos de decreto sobre los nuevos títulos, suplementos de título y los créditos europeos como unidad de evaluación, (**ECTS**).

Así mismo, el grupo de trabajo ha tenido el conocimiento del “Documento de trabajo sobre la integración de los estudios españoles de matemáticas en el espacio europeo de enseñanza superior”, consecuencia del programa “Tuning educational structures in Europe”, (Mayo 2001-2002).

Además el grupo ha sabido de varias reuniones informativas sobre estos importantes cambios legislativos. Todo ello ha originado un cambio en los fines iniciales, para su correcta adecuación a esta nueva situación europea, que ahora podrían sintetizarse en los siguientes:

- Propuesta de esquema general de estructura de los estudios de expresión gráfica
- Propuesta de contenidos básicos.
- Propuesta de destrezas mínimas globales y por contenidos.
- Análisis de niveles y diversidad
- Propuesta de acciones a realizar

En definitiva, se intenta responder a preguntas como:

¿Qué conocimientos deben ser exigidos a un ingeniero de un determinado perfil?

¿Cuáles deben ser considerados troncales y cuáles de libre configuración u optativos?

Para contestarlas hay que establecer los objetivos generales que se pretenden alcanzar y las destrezas que se espera desarrollar en los alumnos.

Resulta evidente que, una vez alcanzado un grado de consenso suficiente sobre objetivos, destrezas y contenidos mínimos de la EGI, será necesario acometer un segundo estadio de desarrollo de este documento, donde se aborden cuestiones más específicas para la integración de la **EGI** en el conjunto de los estudios de ingeniería dentro del marco del Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Entre estas cuestiones específicas será necesario abordar el establecimiento de las materias troncales comunes y las específicas para cada especialidad de ingeniería, así como la correspondiente valoración de cada una de ellas en términos de créditos europeos (**ECTS**).

Otra cuestión que será preciso acometer en este segundo estadio (o quizás en un estadio posterior), es el desarrollo de un **master** en Ingeniería Gráfica, donde se determine el perfil profesional y/ o académico que se pretenda obtener, los requisitos necesarios para el acceso al mismo y las materias concretas que habrán de ser cursadas.

Además, corresponde fundamentalmente a nuestra área de conocimientos, parte importante de la formación que pudiera recibir un ingeniero titulado en *Innovación y Desarrollo de Producto*, o si se prefiere, *Innovación, Diseño y Desarrollo de Producto*, título este que, sin duda, debería estar en el catálogo de titulaciones oficiales, para homologarnos con los países europeos, pues, por todos es conocido que hoy en día la calidad, las prestaciones y un precio competitivo no son suficientes para obtener un “nicho” en el mercado. Muchos productos se producen en terceros países con la tecnología y desarrollo de primeros países, pero en la seguridad y la innovación del producto son factores decisivos en la competitividad, por lo que la innovación ha pasado a ser el tercer factor del **I+D**, configurando actualmente el **I+D+I**.

Naturalmente, en este sentido, habrían de unirse las inquietudes que existen en varias universidades españolas, con el apoyo de las empresas interesadas en la existencia del título de ***Ingeniero en Innovación, Diseño y Desarrollo de Producto***, para formalizar la solicitud de este título oficial y después homologar su plan de estudios.

Finalmente, habrán de analizarse también las repercusiones que pueda tener este marco común de la **EGI** sobre los estudios de Enseñanza Media y las correspondientes pruebas de acceso a la Universidad, lo que dará lugar, probablemente, a plantear la correspondiente revisión y adecuación de los contenidos de las asignaturas de Dibujo Técnico en dichos estudios.

2. LA INGENIERÍA GRÁFICA. CONCEPTO Y ALCANCE

La ingeniería gráfica comprende todas las técnicas de comunicación gráfica empleadas para expresar ideas y conceptos. Estas técnicas de comunicación han evolucionado de forma paralela a la evolución tecnológica de la humanidad.

Su aplicación se extiende a cualquier ciencia y técnica y se entremezcla con el lenguaje cotidiano en la mayoría de las ocasiones. Su gran variedad y su enorme facilidad para la comunicación de conceptos hacen de ella una potente herramienta de comprensión prácticamente universal.

El ingeniero es una persona a la que cada vez se le exigen mayores dotes de creatividad. Una vez que se ha planteado el problema técnico, el ingeniero busca una solución basándose en su imaginación, inteligencia, conocimientos profesionales y dotes deductivas. Esta solución, deberá ser planteada y comunicada, primero al ingeniero mismo, durante los procesos de abstracción mental en la realización del proyecto, y después a los demás intervinientes en la ingeniería de producto.

Por otra parte, mientras el ingeniero no sea capaz de pensar gráficamente, sus limitaciones creativas son enormes y tendrá grandes problemas para resolver correctamente un determinado problema técnico ligado al producto.

3. ESTRUCTURA GENERAL DE LA CIENCIA DE LA COMUNICACIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA.

Tradicionalmente, la estructura de los conocimientos de las asignaturas aglutinadas con la denominación “Dibujo”, denominación que sugiere la realización o trazado práctico más que el conjunto de conceptos o contenidos del campo científico, estaba compuesta de tres grandes bloques: dibujo geométrico, sistemas de representación y dibujo técnico.

El desarrollo matemático habido durante los últimos cincuenta años y la generalización de la utilización de la informática a través del ordenador personal, han creado la lógica inestabilidad en nuestros cánones tradicionales. Como respuesta del uso generalizado de la informática gráfica se establecen nuevos cánones que potencian el desarrollo cognitivo. Además, se ha hecho necesario incorporar conceptos relativos a la creación de modelos algorítmicos que sustituyen a operaciones repetitivas, que pierden su sentido con el uso de las nuevas herramientas, lo que permite mayor amplitud y profundidad de las materias de la “**Ciencia de la Comunicación Gráfica**”.

Por lo anterior, el cuerpo de conocimientos que debe comprender la ingeniería gráfica, para aplicar a los métodos y técnicas correspondientes que resulten apropiados en cada plan de estudios de ingeniería, desarrollados en concordancia limitada con las inquietudes que anteriormente se han puesto de manifiesto, pueden ser los siguientes:

Teoría de la representación: fundamentos de geometría.

Técnicas de visualización.

Herramientas de modelización.

Lenguajes de descripción geométrica.

Efectivamente, son necesarios una serie de conocimientos de geometría que ayuden a desarrollar tanto la capacidad intelectual como las habilidades para crear y manipular formas y volúmenes que, además, relacionen directamente con la formación matemática del alumno. Los conceptos de la que podríamos denominar “geometría constructiva” son fundamentales a la hora de idear y construir o desarrollar modelos que representen la realidad.

También deben conocerse los principios básicos de los sistemas de representación, aunque se debe huir del tratamiento clásico que se ha dado a la geometría descriptiva; por un lado, la unificación de los sistemas permite abordarlos simultáneamente con un tratamiento muy homogéneo; por otra parte no se debe pretender dar unos conceptos teóricos y abstractos sino orientar las enseñanzas hacia su aplicabilidad y, de forma, que permitan incentivar la creatividad en los alumnos.

Evidentemente, no se pretende denostar el uso ocasional de las herramientas tradicionalmente empleadas en estas materias, por el contrario su uso pueden proporcionar procesos cognitivos que refuerzan los conceptos geométricos fundamentales; sin embargo,

los constructivismos como operaciones de cálculo son suplidos muy eficazmente, como por todos es conocido, mediante la aplicación de las herramientas informáticas. Un conocimiento profundo de estas herramientas, físicas y lógicas, permite un uso adecuado de las mismas.

No obstante, también es muy claro que el conocimiento profundo de las transformaciones geométricas, implementada con la algoritmia correspondiente, permiten “rentabilizar” el uso de los programas comerciales de propósito general. Los procesos de idealización así como la geometría constructiva permiten formalizar el pensamiento como cualquier lenguaje natural, describiendo los objetos y sus relaciones intrínsecas de forma simplificada. Los lenguajes unificados de modelización (**UML**) se presentan como los nuevos modelos de intercambio de información de carácter técnico. Por otro lado, la semiótica permite simplificar conceptos muy elaborados mediante grafos elementales.

En los apartados anteriores debe introducirse la normalización adecuada, de forma progresiva y aplicada, no solo para modelos independientes, sino también para aquellos otros que forman un conjunto funcional de ingeniería, analizando las funciones individuales y colectivas, así como explicitando los modelos normalizados, no únicamente en cuanto a su representación, sino a las características y funcionalidad adecuadas al diseño conceptual que se este analizando.

4. CONTENIDOS BÁSICOS

- **Teoría de la representación**

Método lógico geométrico para la modelización del pensamiento.

Modelos axiomáticos; postulados e invariantes en las diferentes geometrías.

Clasificación de las geometrías.

Adecuado desarrollo de las diferentes geometrías: métrica, proyectiva y del espacio euclídeo tridimensional:

Axiomas fundamentales.

Teoremas fundamentales.

Transformaciones e invariantes.

- **Técnicas de visualización**

Estructura de los sistemas tradicionales.

Fundamento de los sistemas de proyección.

Estudio y desarrollo de los sistemas que sean necesarios, según la ingeniería:

Análisis topológico: Incidencia y pertenencia.

Tratamiento métrico: medidas lineales y angulares

Representación de formas

Representaciones convencionales de las aplicaciones generales de ingeniería y las particulares para cada título. Normalización.

- **Herramientas de modelización**

Instrumentos de trazado convencionales

Sistemas y aplicaciones informáticas:

Sistemas físicos (**hardware**)

Dispositivos de entrada

Dispositivos de salida

Dispositivos gráficos

Sistemas lógicos (**software**)

Aplicaciones de propósito general

Aplicaciones sectoriales

- **Lenguajes de descripción geométrica**

Lenguajes descriptores de modelos (**UML**)

Semiótica básica: normalización aplicada a las ingenierías

Convencionalismos tradicionales

Algoritmos gráficos básicos

Iconografía

Formatos de intercambio

5. DESTREZAS MÍNIMAS GLOBALES Y POR CONTENIDOS

Las enseñanzas deben conseguir que el alumno adquiriera una serie de destrezas básicas, otras de carácter específico para cada una de las partes de contenidos y, por último, aquéllas inherentes a cada uno de los títulos de ingeniería.

- **1. Generales**

Establecer modelos de análisis conducentes a la resolución de problemas reales e identificar, en su caso, defectos en el planteamiento; con independencia de que su resolución sea o no conocida.

Saber utilizar los conceptos básicos de las geometrías necesarias, incluso comprendiendo nuevos razonamientos geométricos e identificando posibles errores en las demostraciones.

Desarrollar la capacidad de análisis e interpretación gráfica de enunciados, propiedades y situaciones de diversa índole planteados en contextos de ingeniería.

Conocer las herramientas gráficas y sus aplicaciones en ingeniería.

- **2. Por contenidos**

Teoría de la representación

Resolver problemas de forma creativa, variada y relacionada. Dominar las técnicas necesarias para su resolución.

Analizar las formas geométricas necesarias para su aplicación en la técnica y hacer posible la creación o diseño de otras nuevas mediante la combinación de las primeras.

Dotar al ingeniero de esquemas lógicos y métodos de trabajo enfocados a resolver problemas técnicos de ingeniería, de forma eminentemente gráfica.

Técnicas de visualización

Conocer los sistemas de representación y visualización necesarios para interpretar sobre un plano los modelos planos o tridimensionales, y posibilitar la comunicación gráfica entre técnicos. En definitiva, interpretar información en modo gráfico (planos, esquemas, gráficos,...)

Comprender y manipular las formas geométricas en el espacio y realizar con ellas operaciones mentalmente, distinguiendo entre las funciones de cada elemento.

Herramientas de modelización

Valorar esta modalidad de comunicación, sabiendo cuando y como es conveniente transmitir información en modo gráfico.

Utilizar adecuadamente los recursos y técnicas de la ingeniería gráfica, para adquirir la habilidad suficiente en el manejo de estas herramientas: desde el lápiz (mediante la croquización) hasta el ordenador.

Conocer y comprender aquellos aspectos relativos a la informática gráfica que van desde los sistemas físicos y lógicos a las modernas tecnologías de visualización de datos y de realidad virtual.

Lenguajes de descripción geométrica

Conocer la terminología y los convencionalismos que permiten la universalidad de estas formas de lenguajes.

Conocer la semántica de los “términos tecnológicos” de otras materias y áreas de conocimiento.

Conocer algunos formatos gráficos comunes y saber discernir entre sus cualidades.

Las destrezas enunciadas, se pueden reducir a:

“Capacitar para hacer frente a los procesos creativos del diseño conceptual y para comunicar los resultados de su actividad”.

También se deben tratar de alcanzar algunos objetivos indirectos, aunque no menos importantes, a través de la enseñanza estructurada de este área:

“Fomentar la curiosidad e interés por aprender cosas nuevas, profundizar en los fundamentos científicos de las técnicas que se aplican y facilidad para el autoaprendizaje”.

6. ANÁLISIS DE NIVELES Y DIVERSIDAD

Es importante entender que la citada unificación de criterios no necesariamente debe llevar implícita una uniformidad de contenidos. Antes al contrario, debe dar cabida a una diversidad que ha de resultar a todas luces enriquecedora. Difícil sería entenderlo de otro modo en una materia como la **EGI** que, en su sentido más amplio, abarca hoy contenidos de diversa índole y denominación, integradas, con nombres análogos, en las actuales áreas de conocimiento.

La unificación de criterios que se persigue ha de conducir, más bien, a buscar una “*referencia común*” con la que contrastar el trabajo individual de programación docente en orden a su posible “*homologación*” de contenidos, para facilitar o simplificar la intercambiabilidad, ante la mayor flexibilidad curricular que el espacio europeo y su sistema de acreditación persigue. Se tratará, por otro lado, de “*optimizar el esfuerzo colectivo*” al desarrollar fuentes o material didáctico de modo que pueda ser aprovechado de forma más eficiente.

En otro sentido, es preciso encontrar un “*equilibrio razonable*” entre el necesario contenido científico que aportan las Geometrías y la innegable utilidad práctica que proporciona el ordenador, ya que la disparidad de opiniones que se vierten hoy sobre la concepción de la docencia propia del área resultan un tanto extremas; pues van desde los defensores a ultranza de la geometría, que reniegan del ordenador, hasta quienes reniegan de aquélla con la pretensión de que este lo resuelve todo más eficazmente.

7. PROPUESTA DE ACCIONES

Las reflexiones anteriores, y otras que pueden hacerse, conducen a la necesidad de desarrollar por los profesores del área, acciones que faciliten la evolución progresiva del área de conocimiento. Para ello es necesario conseguir:

- **Homologaciones propias de:**
 - Niveles:
 - Contenidos
 - Créditos europeos (ECTS).
- **Homologación de pruebas de acceso a la universidad**
- **Incidencia en la docencia de las Enseñanzas Medias.**

Para ello, es necesario realizar actuaciones del tipo de:

- **Creación de fuentes (publicaciones) y material didáctico.**
- **Realización de seminarios formativos (diseminación)**
- **Creación de nuevos grupos de trabajo**

8. FUENTES

A continuación se enumeran las fuentes utilizadas en la redacción del presente documento

[1] “Documento de trabajo sobre la integración de los estudios españoles de matemáticas en el espacio europeo de enseñanza superior” (Octubre 2002).
http://www.crue.org/espaeuro/espaeuro_noticias.htm

[2] “Real decreto por el que se establece la estructura de las enseñanzas universitarias y se regulan los estudios universitarios oficiales de grado”

[3] “Proyecto de real decreto por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de postgrado y la obtención y expedición de los títulos oficiales de master y doctor”.

[4] “Proyecto de real decreto sobre homologación de plan de estudios y título de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional”.

[5] “Borrador de proyecto de real decreto por el que se regulan las condiciones de homologación y convalidación de títulos y estudios extranjeros de educación superior”.

9. COLABORADORES DEL GRUPO DE TRABAJO

Aliaga Maraver, José Juan	jjaliaga@dva.upm.es
Alonso Arroyo, José Amadeo	amadeo@caminos.upm.es
Cobos Moyano, Alfonso	semigraf@forestales.upm.es
Corbella Barrios, David	davidcorbella@egi.upm.es
Félez Mindán, Jesús	jfelez@etsii.upm.es
Gonzalez Garcia, Victorino	vgonzal@dva.upm.es
Vicario Lopez, José	jvicario@egi.upm.es

