



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

DESDE UN BIBERÓN HASTA UNA CATEDRAL

Bendito, Enrique; Carmona, Ángeles, Encinas, Andrés M.

Universitat Politècnica de Catalunya

comunicacion@uni.edu

Resumen: Nuestra propuesta se enmarca en un proyecto que la Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB) impulsa desde hace tres años para la integración de los estudios en el EEES de forma eficiente y que suponga una verdadera mejora de la docencia. Aquí describimos el proceso realizado en el primer cuatrimestre de la asignatura Ampliació de Matemàtiques, de segundo curso de la titulación, y en él se ha tenido en consideración que los estudiantes tienen que pasar de ser meros receptores de la información a ser actores en el proceso de aprendizaje. El temario cubierto abarca los aspectos esenciales de la Teoría de Curvas y Superficies, así como los Teoremas de Stokes. Los alumnos han desarrollado un proyecto individual, que tiene en cuenta toda la materia impartida durante el cuatrimestre, y que a partir de la elección de una figura real ha consistido en su parametrización, su representación gráfica y el cálculo de circulaciones y flujos de campos vectoriales definidos sobre el objeto y que en su mayor parte representaban la aplicación de fuerzas plausibles, como la acción del viento o de cargas distribuidas. Por una figura real entendemos desde una botella de agua o un lapicero hasta la Catedral de Salzburgo, siendo estos algunos ejemplos de los trabajos presentados por los alumnos. La capacidad de captación de la geometría nos indica el grado de implicación del estudiante, la parametrización el grado de comprensión de la materia, su representación la pulcritud e interés por la materia y el desarrollo de los cálculos, la capacidad operativa y de asimilación de los contenidos.

Palabras clave: Dinamización del aprendizaje, Pequeños proyectos de investigación, Curvas y Superficies, Parametrizaciones, Representación Gráfica, Teoremas de Stokes.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Abstract: Our proposal is part of a project promoted by the ETSECCPB since three years for an efficient integration of the Studies in the EEES in such a way that it supposes a true improvement in teaching. Here we describe the process carried out in the first semester of the course Ampliació de Matemàtiques and it takes into account that students have to move from being mere recipients of information to be actors in the learning process. The topics covered include the essentials of the Theory of Curves and Surfaces, and Stokes' Theorems. Students have developed an individual project, taking into account all the topics taught during the semester, and consists of choosing a real object for subsequent parameterization, plotting and calculation of circulations and flows of vector fields. As a real object, we mean from a feeding-bottle to a Cathedral. The ability to capture the geometry indicates the student's involvement degree, its parametrization the degree of understanding of the subject, the representation of the object, his interest in the matter and the development of calculations, the operational capability and the assimilation of content.

Keywords: Dinamization of Learning, Small Research Projects, Curves and Surfaces, Parametrizations, Graphic Representation, Stokes Theorems.

Objectivos: El objetivo principal de este proyecto es imprimir rapidez e intensidad al proceso de aprendizaje, es decir dinamizar el aprendizaje, de la materia correspondiente a la Teoría de Curvas y Superficies y Teoremas de Stokes, por medio de un pequeño proyecto de investigación. La realización de un proyecto individual permite también el aprendizaje autónomo del estudiante. Asimismo, la evaluación final del proyecto requiere su defensa ante un tribunal formado por dos profesores de la asignatura, lo que conlleva la adquisición competencias transversales como son la escritura correcta de trabajos científicos y la exposición oral de conocimientos científico-técnicos.

Los objetivos concretos de nuestro planteamiento han sido:

1. Despertar el interés de los estudiantes por la materia de la asignatura.
2. Utilizar el manipulador Maple para la representación de las diferentes geometrías.



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

3. Ayudar a que el alumno interiorice que cualquier geometría real puede ser aproximada con gran verosimilitud mediante parametrizaciones razonablemente sencillas.
4. Transmitir de una manera más atractiva que la tradicional, cómo resolver los problemas de integración en variedades.

Descripción: En el segundo curso de la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona se imparte la asignatura Ampliació de Matemàtiques. Se trata de una asignatura anual obligatoria de nueve créditos, equivalentes a una asignación de tres horas semanales, dividida en dos cuatrimestres, el primero de los cuales desarrolla contenidos de Geometría Diferencial y se centra en el estudio de la Teoría de Curvas y Superficies, incidiendo especialmente en sus parametrizaciones y en las métricas asociadas, con vistas a su correcto uso en las integrales de línea y superficie y en los Teoremas de Stokes. La experiencia acumulada por los autores en la docencia de dicha asignatura, nos ha mostrado que una de las mayores dificultades con la que se encuentran los estudiantes radica en saber asociar las distintas ecuaciones o parametrizaciones con las geometrías correspondientes, ya que, en la medida de lo posible, se trabaja con geometrías realistas que precisan de la consideración de superficies regulares a trozos, compuestas por un gran número de piezas básicas. Hasta este curso los estudiantes se enfrentaban a las ecuaciones que los profesores planteábamos y después debían representar los objetos y hacer los cálculos correspondientes sobre ellos, es decir, los profesores éramos los sujetos activos y los estudiantes los pasivos. Este proyecto se ha enfocado en el orden inverso. Desde el primer día de curso se pidió a los estudiantes que eligieran un objeto real, como por ejemplo un biberón, una lata de coca-cola, una lámpara, un edificio singular, como por ejemplo una catedral, o un puente. Después debían parametrizar o determinar las diferentes ecuaciones explícitas o implícitas del objeto escogido, representarlo utilizando el manipulador algebraico Maple y finalmente realizar cálculos de áreas, volúmenes, circulaciones y flujos respecto de un campo específico, que para cada geometría definimos los profesores. De esta forma, los estudiantes se han implicado en



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

la asignatura desde el primer momento, poniendo atención en cada uno de los nuevos conceptos para averiguar cuál sería la realización específica en su caso.

Las etapas concretas del proyecto han consistido en la entrega de las siguientes tareas:

- 1.- Elección de un objeto real, del que se pide presentar una fotografía, y una primera descripción de las posibles piezas básicas de las que consta.
- 2.- Parametrización del objeto a partir de las ecuaciones que lo definen.
- 3.- Representación del objeto mediante el uso del manipulador Maple.
- 4.- Cálculo de circulaciones y flujos de campos *ad hoc*, definidos por los profesores.
- 5.- Entrega del dossier final que contiene el desarrollo de todo el proceso.
- 6.- Defensa oral del proyecto mediante una presentación en power point.

Es importante señalar que las diferentes fases del proyecto coinciden temporalmente con el desarrollo de los contenidos teóricos de la asignatura que son necesarios en esa fase. De esta forma, conseguimos mantener el interés del alumno por descubrir cuáles son las herramientas con las que podrá desarrollar su plan de trabajo durante todo el curso. Por otra parte, la realización del proyecto en fases lo hace más asequible para el alumno y permite evaluar y controlar cada una de las entregas.

Para la implementación y desarrollo de este proyecto, y en el marco del proyecto JANUS impulsado por la ETSECCPB, hemos contado con el soporte de dos becarios docentes, estudiantes de cursos superiores de la misma titulación, cuyo trabajo y aportaciones han sido de enorme valor.

Resultados y Conclusiones: Hemos desarrollado una forma innovadora de impartir una materia básica, pero de gran complejidad técnica y conceptual. Nuestra valoración global es positiva y está basada en la calidad del dossier final presentado por cada estudiante, en la prueba oral de defensa del mismo y en el examen final de la asignatura. Se ha incrementado notablemente la asistencia y la participación de los alumnos en las clases, y también los resultados finales han sido sustancialmente mejores que en cursos anteriores. Cabe señalar, además, que un buen número de estudiantes se ha decidido por abordar el tratamiento de geometrías con un nivel de complejidad muy superior al que



NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

los profesores hubiéramos exigido en un curso estándar. Por otra parte la interacción profesor-estudiante ha dado un salto cualitativo y cuantitativo de gran magnitud, puesto que la validación de cada etapa del proyecto ha requerido el contacto constante entre ambos. Asimismo, la realización del proyecto ha precisado una mayor dedicación por parte del profesorado que se ha visto recompensada por el entusiasmo mostrado por parte de los estudiantes, lo que ha mejorado notablemente el ambiente en las sesiones en el aula.

A continuación adjuntamos tres ejemplos de trabajos presentados este curso, en los cuales se pueden apreciar las diferentes etapas que constituyen el proyecto.

- 1.- [Parametrització d'un peó](#)
- 2.- [Parametrització d'un pot de crema solar](#)
- 3.- [Parametrització de R2-D2](#)

Una muestra más amplia, pero no exhaustiva, de los más de 140 trabajos presentados se encuentra en la página web de la asignatura [Ampliació de Matemàtiques](#) en la que puede apreciarse la diversidad y riqueza de las geometrías consideradas.

Como podrá observarse, cada alumno fue libre de elegir el formato final del documento. Esta flexibilidad no se aplicó a las defensas orales, para las que impusimos un modelo de presentación, facilitado previamente a los alumnos, que entre otras ventajas nos permitió mantener el tiempo de exposición bajo control.

Referencias Bibliográficas

- [1] M.P. Do Carmo, *Geometría Diferencial de Curvas y Superficies*, Alianza Editorial, 1995.
- [2] H.G. Garnir, *Fonctions de variables réelles. Tome II*, Librairie Universitaire, Louvain, Gauthier-Villars, Paris 1965.
- [3] E. Bendito, A. Carmona, A.M. Encinas, [Ampliació de Matemàtiques](#).
- [4] M. Spivak, *Cálculo en variedades*, Reverté, 1988.