

# Aplicación de Nuevas Tecnologías en Aulas Masivas de Enseñanzas Técnicas y Científicas

José Olarrea<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Matemática Aplicada y Estadística  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos. Universidad Politécnica de Madrid  
Madrid, 28040, España

## RESUMEN

Presentamos en este trabajo algunas de las actuaciones llevadas a cabo durante el presente curso dirigidas a modificar y adecuar la metodología docente en la asignatura Ecuaciones Diferenciales del 2º curso de la titulación de Ingeniero Aeronáutico. Como en otras asignaturas básicas similares el número de matriculados es elevado (cerca de 400) por lo que la estrategia se ha centrado en desarrollar mecanismos que permitan un cierto grado de seguimiento del proceso de aprendizaje de los alumnos sin aumentar exponencialmente la dedicación docente del profesorado.

Nuestro objetivo es racionalizar los recursos docentes y conseguir una mayor participación del alumno en su propia formación. Los métodos seguidos son, creemos, de aplicación en otras asignaturas de características similares.

**Palabras Claves:** Instrucciones para los Autores, Artículo, Formato de la Versión Final y Estructura de los Artículos.

## 1. INTRODUCCIÓN

La actualización de la oferta formativa en la Universidad a la que el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) nos conduce no consiste en un simple cambio de contenidos en los estudios o de la estructura de nuestras titulaciones [1]. Por el contrario, el principal cambio que debemos afrontar es el de la metodología educativa, con el propósito de lograr la generación de aprendizaje de una manera más efectiva [2]. En esta dirección nos parece crucial reorientar nuestras actuaciones para dar más protagonismo al alumno que, en ningún caso, puede ser un sujeto pasivo del proceso.

Es cierto, sin embargo, que la masificación en las aulas y el elevado número de alumnos por cada profesor en algunas asignaturas podría hacer inviables algunas de las propuestas típicas del aprendizaje centrado en el alumno. También es cierto que favorecer la formación activa de los estudiantes puede liberar a los profesores de parte de sus tareas. En nuestro caso carecemos de la experiencia que nos diga qué propuestas son viables, cuánta dedicación requieren por parte de profesores y alumnos y cuál es su influencia en el resultado

final. Tampoco estamos convencidos de que la totalidad de los alumnos estén preparados para un cambio en los hábitos de estudio y trabajo que arrastren desde su infancia. Por ello nuestro planteamiento es modesto: tratamos de introducir paulatinamente ciertos cambios que nos permitan evaluar su conveniencia. En el estado actual de las cosas nos planteamos más generar esa necesaria experiencia que abrazar un nuevo estándar metodológico.

La asignatura Ecuaciones Diferenciales de la E.T.S.I. Aeronáuticos es una asignatura troncal de primer ciclo (primer cuatrimestre del 2º curso) de 5,25 créditos con gran número de matriculados (del orden de 350) y que pertenece al grupo de asignaturas “básicas”, de contenido más teórico que técnico o aplicado pero fundamental para asignaturas con estas características. El temario básico es el estándar en este tipo de asignaturas sobre ecuaciones diferenciales ordinarias: métodos de solución, propiedades de soluciones (existencia y unicidad, etc.), sistemas lineales, soluciones por series e introducción a la teoría cualitativa. Hasta este curso se han destinado 2 horas semanales a clases teóricas y 1:30 de clases de problemas y aplicaciones. La evaluación se realizaba mediante un único examen al final del cuatrimestre.

## 2. OBJETIVOS Y PROPUESTAS

Como ya hemos comentado en la introducción nuestros objetivos básicos son la introducción y evaluación de cambios en la metodología que permitan una mayor racionalización del proceso de aprendizaje y que no signifiquen un incremento desmesurado en la dedicación del profesorado ni de los alumnos. En primer lugar, por tanto debemos reorganizar los recursos de manera coherente desde ambos puntos de vista: a menudo consideramos interesantes muchas propuestas sin pensar que puedan descargar un gran volumen de trabajo en el alumno aumentando su dedicación en horas a una asignatura concreta. Además de esta primera consideración, cualquier cambio metodológico debe considerar al alumno el protagonista de su propio proceso educativo. Para que sea un sujeto activo en su formación debe participar en el propio diseño de las estrategias a seguir.

El hecho de que ésta sea una asignatura básica implica que sus contenidos son de gran importancia para el correcto desarrollo de otras asignaturas de carácter más técnico o aplicado posteriores del plan de estudios. A pesar de ello es posible desviar parte de nuestra atención de los contenidos hacia otros aspectos de desarrollo de otro tipo de competencias.

Para la organización e implementación de muchas de nuestras iniciativas, que se desarrollan fuera del aula, es muy conveniente el empleo de plataformas que permitan la modalidad mixta o b-learning. En nuestro caso se emplea tanto la plataforma Moodle disponible en la U.P.M. como otros recursos externos. Hemos creado el grupo de en Google <http://groups.google.com/group/ecudif> [3] en el que se desarrolla parte de la actividad de la asignatura.

Las acciones concretas que hemos comenzado a implementar durante este curso han sido:

**(i) Reducción de las horas de clase magistral y aumento de las horas de trabajo individual y colectivo del alumnado en el aula y fuera de ella.**

La clase magistral es una opción excelente para una asignatura de este tipo. A menudo tiende a menospreciarse, quizá porque la imagen más extendida de este tipo de clases es la de una mala clase magistral en la que el profesor se limita a repetir y transcribir en la pizarra los contenidos de la asignatura. Sin embargo es posible aprovechar las horas de aula de manera más efectiva si los alumnos disponen del material adecuado (apuntes, libros, etc.) con anterioridad y se huye de las innecesarias repeticiones. Los recursos que se liberan reduciendo esta modalidad a una hora semanal son los que permiten introducir otras actuaciones.

**(ii) Cambio del concepto de tutoría individual.**

La tutoría no debe ser una clase particular o extra a determinados alumnos. Posibilita personalizar la enseñanza no individualizándola sino potenciando la relación profesor-estudiante más allá de la simple resolución de dudas. Permite fundamentalmente el seguimiento, orientación y evaluación de las necesidades del estudiante. Por desgracia el elevado número de alumnos impide una atención completamente individualizada pero es también efectiva en pequeños grupos. Ante el problema de la masificación puede delegarse también en estudiantes de otros años que sirvan de enlace entre profesor y alumnos en una estructura similar a la de Mentores ya existente en algunos centros.

**(iii) Tutorías en la red y en grupo.**

Sigue siendo necesario disponer de un sistema de resolución de dudas fuera del aula. La creación de un foro de tutorías en la red permite que los propios estudiantes contribuyan a resolver sus propias dudas. La facilidad de la utilización de estas tutorías favorece que las dudas surjan de manera más efectiva ante el profesor que dispone así de un medio de conocer cuál es el grado de seguimiento de la asignatura. La resolución en

grupo de dudas comunes optimiza los recursos frente a la tutoría individual.

Los foros de tutorías pueden encontrarse en la página del curso. Hemos introducido también una dirección de correo ([tutorias.olarrea@gmail.com](mailto:tutorias.olarrea@gmail.com)) para consultas individualizadas a disposición de los alumnos.

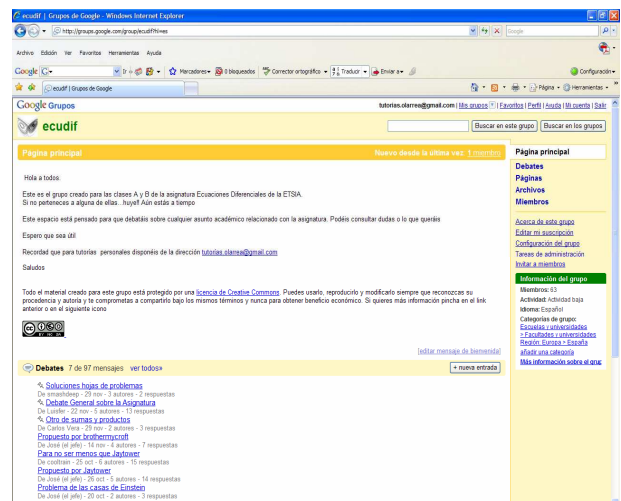


Figura 1. Página del grupo de la asignatura: <http://groups.google.com/group/ecudif>

De entre todos los foros uno de los más exitosos es el denominado *Foro General sobre la Asignatura* en el que cualquier estudiante puede sugerir o iniciar un debate sobre cualquier aspecto de la asignatura. Si queremos que los estudiantes participen realmente debemos darles la oportunidad real de intervenir o incluso modificar la propia estructura de la asignatura.

**(iv) Estudiantes colaboradores.**

Una figura fundamental dentro de nuestras propuestas es el de los becarios o colaboradores de cursos superiores que se integran en las labores docentes. En primer lugar son de gran ayuda en la elaboración y mantenimiento del numeroso material que se debe generar, organización de las páginas y grupos de discusión, etc. También su participación tiene la ventaja de su mayor cercanía a los alumnos. Esto es particularmente relevante en la organización de tutorías por grupos y en la labor de orientación de los estudiantes.

**(v) Desarrollo de material de autoaprendizaje, apuntes, guía del alumno.**

Como ya se ha comentado, es necesario generar gran cantidad de material para cambiar la metodología a una modalidad mixta. No podemos pretender generar en un primer momento

todo este material sino que lo largo de los sucesivos cursos se irá ampliando.

Es fundamental para el correcto funcionamiento del curso que el alumno tenga a su alcance desde el primer momento una **guía docente** de éste en la que se recojan todas las normas de acceso, mecanismos de evaluación fechas relevantes, material a disposición del alumno, etc.

Para lograr la reducción de horas e clase magistral como se propone en el primer punto es también fundamental que el alumno disponga desde el primer momento de todo el material docente (apuntes, etc.) que recoja los contenidos del curso. De esta manera es posible orientar la clase a la explicación y no a la repetición o copia en la pizarra. El estudiante conoce y consulta previamente los contenidos que son clarificados, explicados, relacionados y puestos en práctica posteriormente.

Gracias a la existencia de programas de procesamiento simbólico muy potentes en la actualidad es posible también generar material de **autoaprendizaje** con el que el alumno, sin necesidad del profesor puede seguir determinados desarrollos de la teoría. En nuestra asignatura empleamos hojas de *Maple* que el alumno puede ir ejecutando y modificando sobre la marcha y que ilustran perfectamente muchos aspectos de la asignatura. Un breve curso introductorio de dos horas es más que suficiente para que cualquier alumno pueda emplear este recurso adecuadamente. El cursillo puede ser impartido en grupos por estudiantes colaboradores.

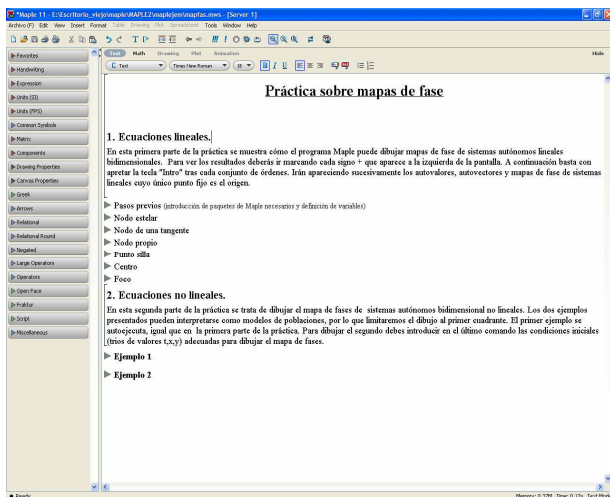


Figura 2. Hoja *Maple* de autoaprendizaje

(vi) **Tareas. Trabajo en grupo.**

Se debe potenciar la dimensión práctica de la asignatura frente a una posición excesivamente teórica que, en una titulación técnica, no tendría demasiado sentido. Planteamos el uso de

metodologías activas, estudio de casos y resolución de problemas. Creemos que aquí está la clave de los planteamientos didácticos que subyacen al EEES: dar mayor protagonismo al estudiante en su formación, fomentar el trabajo en colaboración, organizar la enseñanza en torno a las competencias que se deban adquirir y potenciar la adquisición de herramientas de aprendizaje autónomo [1].

El seguimiento personalizado en la resolución de las tareas propuestas (presentación teórica en clase, resolución de problemas, ampliación de contenidos, búsqueda guiada de aplicaciones y relaciones con otras materias y asignaturas) no es posible debido al gran número de matriculados. Sin embargo, el planteamiento de trabajo en grupo permite implementar estas tareas a la vez que fomenta el desarrollo de otras competencias transversales.

El entorno ideal para la resolución en grupo de tareas y problemas es el de las **WIKIS**, que permiten a cada persona de un grupo de trabajo acceder a su documento de trabajo y modificarlo instantáneamente, a la vista de los demás miembros. Esta edición compartida acaba convergiendo hacia la solución común. Desde el punto de vista del profesor, las herramientas automáticas que genera cualquier *software* de *WIKIS* permiten controlar todo el proceso: quién, cómo y cuándo ha realizado modificaciones hasta llegar al documento final.

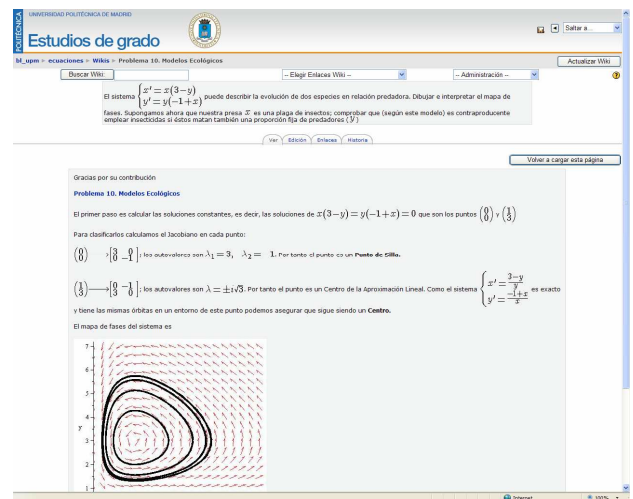


Figura 3. Ejemplo de *WIKI* para la solución de un problema.

(vii) **Conferencias y Seminarios.**

La organización de varias conferencias invitadas sobre aplicaciones de las Ecuaciones Diferenciales ha permitido que se traten aplicaciones avanzadas basadas en los contenidos del curso. La idea futura es integrar estas conferencias y seminarios en un par de jornadas junto a las presentaciones de los alumnos

de los resultados de algunas de sus tareas. Experiencias similares nos indican que esto tiene un enorme efecto en la motivación del alumno, ya que no solo ve aplicaciones reales del estudio teórico de las ecuaciones diferenciales sino que participa en ellas y puede discutir las al mismo nivel con otros profesores e investigadores.

#### (viii) Evaluación del alumno.

El estudiante debe ser capaz de verificar por sí mismo de manera más o menos continua su propio aprendizaje. Para estudiantes que llevan inmersos en metodologías distintas de las propuestas desde la infancia resulta difícil llevar a cabo esta evaluación. En muchas ocasiones nuestros estudiantes no han desarrollado un espíritu crítico adecuado para juzgar sobre esta cuestión. Es de gran ayuda para ellos disponer de elementos que faciliten esta labor. Por ello proponemos mecanismos de auto-evaluación (exámenes antiguos, ejercicios básicos y cuestionarios) sin repercusión en su nota final y a su disposición para que, en cualquier momento, enfrenten los conocimientos adquiridos y sus destrezas en las mismas condiciones en que van a ser finalmente evaluados.

Sobre estas condiciones de evaluación es evidente que el cambio en la metodología implica un cambio en la manera de juzgar. El seguimiento individualizado ideal no está a nuestro alcance de nuevo por el gran número de matriculados pero existen modificaciones **necesarias** y convenientes que nos acercan a este objetivo:

- Las tareas, ejercicios resueltos individualmente o en grupo e, incluso, la participación en los debates, foros y otros elementos similares deben ser juzgadas y tener su parte correspondiente en la evaluación final del alumno.

- No es justo que la labor desarrollada en todo un cuatrimestre sea juzgada en un único acto (el examen final) sin otras consideraciones. Proponemos realizar varias pruebas parciales (dos en la actualidad aunque creemos que el número ideal es tres para nuestra asignatura) a lo largo del curso.

- El reparto de cada elemento en la calificación final es como sigue: un 60% de la nota depende de las tareas, ejercicios evaluables y las pruebas parciales desarrolladas durante el curso; el 40% restante proviene del examen final.

- En una asignatura como esta, básica como ya hemos comentado para otras muchas de la titulación, y en la que el programa no es excesivo para la duración, consideramos que la existencia de una prueba global es conveniente. De hecho creemos que es esencial que una parte del juicio evaluador tenga como objeto una prueba que contemple toda la asignatura, evitando así que sus distintos temas aparezcan ante el alumno como compartimientos estanco sin relación unos con otros.

- Por esa misma razón no consideramos las pruebas parciales como liberatorias de materia. En cada prueba el alumno es evaluado sobre **todos** los contenidos discutidos hasta la fecha.

- En la actualidad, y como creemos que gran parte de nuestra masa de estudiantes no están preparados o simplemente no se muestran abiertos a nuestras propuestas les dejamos la opción de ser evaluados solo con la nota del examen final. Para aquellos que no hayan sabido, o no hayan podido, o no les haya interesado seguir las propuestas descritas sería injusto aplicarles la evaluación anterior. Tenemos muy presente que, tal y como insistimos en la introducción, carecemos, de momento, de la experiencia suficiente para saber si nuestras propuestas son totalmente viables, justas o relevantes. En tanto no nos convenzamos nosotros mismos de este punto no queremos que, en ningún caso, afecten negativamente al rendimiento de nuestros estudiantes. Es por ello que actualmente la nota final de nuestros alumnos es la **máxima** de entre la obtenida con el reparto descrito anteriormente (40-60) y la obtenida en el examen final.

#### (ix) Evaluación del proyecto.

Tan importante como todo lo anterior es para nosotros evaluar la conveniencia de nuestras propuestas. No nos basta con el habitual ejercicio despótico al que tan aficionados somos los profesores de pensar que, aun elaboradas y desarrolladas solo por nosotros, sin la participación activa de los estudiantes, son relevantes, innovadoras y suponen una mejora.

Esperamos tras la finalización del próximo curso disponer de datos que nos permitan alcanzar conclusiones generales sobre todas y cada una de nuestras propuestas basándonos en diversos elementos:

- Evaluación del nivel de atención que los alumnos hayan exigido de nosotros en foros, tutorías, evaluación de tareas etc. Para saber si estas propuestas son viables o, con el actual número de alumnos por profesor no son ejecutables

- Encuestas a los alumnos sobre su satisfacción y adecuación de los métodos. También el grado de seguimiento que hayan tenido los grupos, foros, etc.

- Comparación **razonable** con otras asignaturas y otros cursos anteriores de los resultados obtenidos este año por nuestros alumnos.

- **Seguimiento** de sus resultados en asignaturas de las que los conocimientos que han debido adquirir en la nuestra es fundamental. Solo analizando estos resultados podremos estar seguros de que han alcanzado las competencias necesarias. Es este, sin duda, el punto que nos parece más importante para decidir sobre la conveniencia de nuestras propuestas. El resto de juicios es, al fin y al cabo, subjetivo ya que somos jueces y parte de nuestro propio sistema evaluador.

### 3. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que queremos destacar son:

- Es necesario un cambio en la metodología docente en la que los alumnos tengan un papel más activo. El centro de nuestra atención debe desplazarse hacia el alumno y la generación de aprendizaje

- Aun cuando el número de alumnos por profesor sea muy elevado es posible esta reorientación, liberando recursos (horas de trabajo de profesor fundamentalmente) mediante un cambio de estrategia que permita reducir las horas de clase magistral.

- Las plataformas de enseñanza en modalidad mixta o *b-learning* permiten implementar gran número de propuestas en esta dirección. La generación del necesario material puede ser realizada en varias fases para no incrementar exponencialmente la dedicación docente.

- La participación del alumno en el proceso debe abarcar todos los aspectos, incluido el mismo diseño de actuaciones metodológicas.

-Todas nuestras propuestas deben ser rigurosamente evaluadas. En particular el seguimiento no debe terminar con la inspección de los resultados de las evaluaciones o el grado de satisfacción

de profesores y alumnos. En asignaturas troncales como la nuestra solo podremos responder de la conveniencia de nuestras actuaciones mediante el seguimiento de los resultados de nuestros alumnos en los cursos posteriores.

### 4. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por la Universidad Politécnica de Madrid y la ETSI Aeronáuticos con cargo al Proyecto General de Innovación Educativa *IEDUCTIVA*. El autor quiere expresar su agradecimiento al apoyo prestado a la iniciativa por parte de la dirección de la ETSIA.

### 6. REFERENCIAS

[1] *Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad* (2006) ([http://www.mec.es/educa/ccuniv/html/metodologias/docu/PROPUESTA\\_RENOVACION.pdf](http://www.mec.es/educa/ccuniv/html/metodologias/docu/PROPUESTA_RENOVACION.pdf))

[2] Grupos de innovación educativa de la Universidad Politécnica de Madrid  
<http://www.upm.es/innovacion/cd/index6.htm>

[3] *FORMACIÓN DE INGENIEROS. Objetivos, Métodos y Estrategias.* F. Aparicio, R.M. González y M.A. Sobrevila editores. ICE (2005)

[4] <http://groups.google.com/group/ecudif>.