

CAMBIANDO LA PRÁCTICA DOCENTE  
(ORDENADORES, AUTOAPRENDIZAJE, INTERACTIVIDAD...)  
PARA ALCANZAR EL FIN (APRENDER MATEMÁTICAS)

M<sup>a</sup> Joaquina Berral Yerón e Inmaculada Serrano Gómez

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Departamento de Matemáticas

malbeyen@uco.es // malsegoi@uco.es

---

“Me lo contaron y lo olvidé,  
lo vi y lo entendí, „  
lo hice y lo aprendí.”

Confucio





# CAMBIANDO LA PRÁCTICA DOCENTE ORDENADORES, AUTAPRENDIZAJE, INTERACTIVIDAD, PARA ALCANZAR EL FIN (APRENDER MATEMÁTICAS)

M<sup>a</sup> Joaquina Berral Yerón  
Inmaculada Serrano Gómez

Publicación: 20 de Julio 2016  
Revisión: 20 de Julio 2016

Introducción y antecedentes	1
Innovación en clase de matemáticas	2
La aplicación APREMAT (APREndiendo MATemáticas)	3
Reflexiones finales	4
Bibliografía	5



# CAMBIANDO LA PRÁCTICA DOCENTE (ORDENADORES, AUTOAPRENDIZAJE, INTERACTRIVIDAD...) PARA ALCANZAR EL FIN (APRENDER MATEMÁTICAS)

M<sup>a</sup> Joaquina Berral Yerón  
Inmaculada Serrano Gómez

Fecha de entrega: 20 abril 2004

Fecha de aceptación: 20 abril 2004

## RESUMEN

Ante la necesidad de adaptarnos al sistema de créditos europeos ECTS, pensamos que podíamos enfocar de forma diferente la práctica docente de una asignatura optativa de dos titulaciones de Ingeniería Técnica Informática de Sistemas y de Gestión. Se diseñó una experiencia para lograr esta adaptación, pero planificando el trabajo de forma que los resultados obtenidos fueran cuadernos interactivos de autoaprendizaje, que se puedan usar para facilitar la comprensión de los conceptos matemáticos. De esta forma, al reducir las horas presenciales de asignaturas de primer curso se podrá poner a disposición de los estudiantes un material complementario que les ayude en su estudio. El objetivo fundamental era lograr interactividad en los materiales y que los estudiantes que participaban en la experiencia fueran los protagonistas activos de su autoaprendizaje. Para lograr estos dos objetivos se les pidió que realizaran una investigación de un tema de matemáticas y diseñaran los pasos a seguir para programar y conseguir interactividad.

## ABSTRACT

With the aim of adapting to the European Credit Transfer System (ECTS), we attempt to give a new focus to an optional subject in the three-year degree programmes of Computer System Engineering and Computer Management Engineering. To this end, we designed a pilot scheme in which course objectives were achieved in the form of interactive, student-centred learning notebooks that can be used to aid students in learning mathematical concepts. In this way, when the number of classroom hours for first-year subjects are reduced, students can be provided with supplementary materials to aid them in their learning outcome. The main objective of the scheme was to design interactive materials and encourage the students to take an active role in their own learning process. In order to achieve both aims, students were asked to do research on a math-related topic and devise interactive programs of study.

## PALABRAS-CLAVE

Innovación en Enseñanza  
Autoaprendizaje  
Tecnología de la Información y la Computación  
Docencia de las Matemáticas  
Mathematica

## KEYWORDS

Innovation in Teaching  
Selflearning  
Technology of Information and the Computer Science  
Teaching of Mathematics  
Mathematica



## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La creación de un espacio europeo de Enseñanza Superior, proceso iniciado en 1998 (declaración de Sorbona) que finalizará antes de 2010, ya está motivando diversos cambios en las Universidades Europeas. Además del consenso para la creación de un criterio común para favorecer el tránsito de estudiantes, se están adoptando medidas encaminadas a reorganizar los sistemas educativos de las Universidades para adaptarse a los nuevos modelos de formación centrados en el trabajo y el aprendizaje de los estudiantes. Tras la declaración de la Sorbona se han celebrado otras reuniones (Bolonia, Salamanca, Praga, Barcelona...) en las que se van concretando nuevos aspectos relacionados con el sistema de créditos ECTS (European Credits Transfer System).

En el actual sistema universitario español, los planes de estudios se conforman básicamente en función de las horas de docencia (teórica/práctica), impartidas por el Profesorado. Tras el acuerdo CRUE (Diciembre 2000) se modifica el crédito académico definido en el Real Decreto 779/1998 y se define el crédito ECTS: "Unidad de valoración de la actividad académica, en la que se integran armónicamente, tanto las enseñanzas teóricas y prácticas, otras actividades académicas dirigidas, y el volumen de trabajo que el estudiante debe realizar para superar cada una de las asignaturas"

Tras hacer los cálculos, partiendo de las horas que un estudiante va a dedicar a su preparación (asistencia a clase y estudio), se puede pensar que el valor del crédito ECTS y equivalencias será 25/30 horas, pero se deberá tener en cuenta que la equivalencia de cada crédito tiene que ser específica para cada titulación, cada curso y cada materia.

Ya habíamos tomado contacto con el sistema de créditos ECTS, y con las normativas mencionadas, cuando la Universidad de Córdoba realizó la IV Convocatoria de Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente correspondiente al curso 2003-04. No queríamos quedarnos impasibles ante los cambios que se avecinan, pero nos parecía muy complicado adaptar asignaturas de Matemáticas a estas nuevas concepciones. Esta convocatoria nos pareció el marco adecuado para realizar un cambio metodológico de la asignatura optativa *Matemáticas y Mathematica*, de

segundo curso de Ingeniería Técnica de Informática en las dos especialidades (Sistemas y Gestión) que se oferta actualmente en nuestra Universidad.

Los hechos fundamentales que tuvimos en cuenta para esbozar nuestro proyecto de innovación fueron:

- La introducción del crédito europeo como unidad del haber académico valora el volumen global de trabajo realizado por el alumno en sus estudios, no sólo las horas de clase. El diseño de los planes de estudio y las programaciones docentes se llevarán a cabo teniendo como eje de referencia el propio aprendizaje de los alumnos. [1]

- La necesidad de revisión de las actuales titulaciones desde la nueva perspectiva del trabajo/esfuerzo del estudiante. [2]

El fomento del aprendizaje en cualquier momento de la vida, en cualquier país de la UE y con cualquier tipo de enseñanza (Life long Learning). [3]

Los créditos ECTS deben reflejar el trabajo necesario para una formación académica integral que comprenda: aprendizaje, capacidad de análisis, capacidad de crítica. [4]

Los créditos ECTS deben tener en cuenta el trabajo que el alumno debe realizar para tener la formación adecuada (conocimientos y competencias) y el trabajo del profesor para ayudar al estudiante en su formación (clases teóricas/prácticas, seminarios, tutorías, evaluaciones, etc.). La Universidad debe convertirse en un lugar donde se va a aprender y no a enseñar. El alumno en la Universidad debe “aprender a aprender” y el profesor debe “enseñar a aprender”. [5]

- La “necesidad y urgencia de implantar las Nuevas Tecnologías en la docencia”, como herramienta que implica un cambio en el aprendizaje del alumno y un cambio en la enseñanza del profesor<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Uno de los objetivos destacados es conseguir “minimizar los procesos y maximizar los contenidos”. El alumno debe asimilar la filosofía del software que se utiliza y estar preparado para su evolución. La herramienta debe estar concebida y ser adecuada para cada especificidad de los estudios del alumno. Las tecnologías no son más que unas herramientas que deben ayudar al proceso educativo, mejorando la calidad de la enseñanza, posibilitando nuevas vías de comunicación entre profesores y alumnos, y facilitando el acceso a una oferta educativa más amplia, y el intercambio y la colaboración entre alumnos y profesores de diversas procedencias formativas, geográficas y profesionales. Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación hacen necesario un cambio metodológico con la introducción de mejoras pedagógicas. No debe hacerse una simple transposición de los contenidos actuales en nuevos soportes, sino hay que ir más allá. (Conclusiones del X Congreso de Innovación Educativa en las Escuelas Técnicas).

- La idea primordial de preparar a nuestros estudiantes para asumir los retos siglo XXI. La innovación tecnológica ha provocado un cambio social radical e irreversible. La sociedad de hoy, ha dejado de ser industrial, dando paso a la sociedad de la información y del conocimiento.

¿Cómo materializar estas modificaciones en el desarrollo de una asignatura en concreto? Para responder a esta pregunta, nos decidimos a llevar a la práctica una idea que teníamos en mente desde hace tiempo. Tras varios años de experiencia al impartir una asignatura de matemáticas en un aula con ordenadores, que nos permiten utilizar un programa de cálculo simbólico, habíamos observado que se podían aprovechar las posibilidades de la tecnología para cambiar los modelos docentes y el papel que desempeñan el Profesorado y los estudiantes. Estábamos convencidas de que el uso de la tecnología podía producir cambios tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de las matemáticas.

Si hemos de preparar a nuestros estudiantes para su incorporación al mercado laboral, es imprescindible dotarles de preparación en nuevas tecnologías, y con más razón, si cabe, si nos referimos a estudiantes de Ingeniería Técnica de Informática. En clase de Matemáticas podemos y debemos acercarnos a las necesidades que los empresarios demandarán de nuestros estudiantes y, por tanto será cada vez mas necesario incorporar los ordenadores como instrumento usual en nuestras clases.

Los ordenadores, que tengan programas adecuados, pueden transformar el ambiente de las clases de Matemáticas en un laboratorio en el que los estudiantes usan la tecnología para **investigar, conjeturar y verificar sus hallazgos**. En este contexto, el profesor anima a la experimentación y proporciona la oportunidad de que los estudiantes resuman las ideas y establezcan las conexiones existentes con temas estudiados anteriormente o bien que descubran ideas nuevas a partir de las propuestas planteadas.

Una consecuencia fundamental de los cambios en los modos docentes que se dan en aulas ricas en ambiente tecnológico, es la aparición de una nueva dinámica de clase, en la que los profesores/as y los alumnos/as llegan a ser compañeros naturales en el desarrollo de sus ideas matemáticas y en la resolución de problemas matemáticos.

Los programas de ordenador se pueden usar para demostraciones en la clase y, de forma individual, para que los estudiantes exploren ejemplos adicionales,

... los estudiantes usan la tecnología para **investigar, conjeturar y verificar sus hallazgos**.



desarrollen investigaciones, generen y resuman datos o elaboren sus trabajos de clase.

Pero para lograr estos cambios es necesario tener materiales adecuados. Tras evaluar los diferentes materiales en formato tradicional (libros, artículos de revistas, monografías, etc.), o en formato más actual (software, Internet, ...), comprobamos que hay a disposición de estudiantes y profesores numerosos recursos, pero ninguno alcanzaba el nivel de interactividad que nosotras buscábamos.

No se trata de usar el ordenador como libro de texto (textos y libros de problemas adecuados hay suficientes). Deseamos introducir el ordenador como herramienta usual en clase de matemáticas, pero complementando los materiales impresos que conocemos.

Por otro lado, en los documentos mencionados en los que se van perfilando las acciones que se deben seguir para modificar los Planes de Estudio de las nuevas titulaciones, constatamos que se produce una reducción notable en las horas de clase presenciales. Esto nos llevó a pensar que algunos contenidos, que ahora desarrollamos en clase, serán desplazados para que los estudiantes los aprendan de forma individual. Para que los alumnos de primer curso de Universidad puedan complementar su formación académica se necesitarán materiales adecuados para que puedan comprender los conceptos matemáticos. **Nos pareció que disponer de programas de ordenador interactivos que faciliten el autoaprendizaje de los estudiantes** beneficiaría tanto su preparación en matemáticas como la posibilidad de dotarles de una independencia a la hora de realizar su labor.

Al no encontrar el soporte que deseábamos era necesario crearlo. Para esto pensamos que se podía aprovechar el hecho de que los estudiantes, que cursan la asignatura mencionada son de Informática, para elaborar los materiales deseados: ellos mismos podrían ir programando problemas o resultados teóricos para que otros estudiantes puedan usar los programas en las horas de estudio de sus asignaturas y en las tutorías personalizadas con el profesor<sup>2</sup>.

Nos propusimos que nuestra asignatura facilitara un entorno adecuado para desarrollar “una capacitación personal crítica que favorezca la interpretación de la información y la generación del propio conocimiento” [6]

... aprovechar el hecho de que los estudiantes [...] son de Informática, para elaborar materiales...



<sup>2</sup> Se podría disminuir las horas de clases teóricas y prácticas e incrementar las horas de tutorías (García Román).

Otra idea que ha estado presente al adaptar esta asignatura es: fomentar el aprendizaje de forma que la resolución de problemas sea el eje central y, de este modo, contribuir a que las estrategias de análisis, búsqueda de soluciones, procesos de *feed-back*, etc. se puedan aplicar tanto en la disciplina que impartimos como en el resto de su vida. Pensamos que más importante que memorizar resultados es adquirir estrategias de resolución de problemas que se puedan aplicar en otros contextos.

### INNOVACIÓN EN CLASE DE MATEMÁTICAS

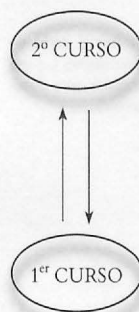
Desde esta perspectiva adoptamos una metodología en la clase de Matemáticas y *mathematica*, en la que se potencia el aprendizaje de cada estudiante. Podemos resumir la estrategia con las palabras: “me lo contaron y lo olvidé, lo vi y lo entendí, lo hice y lo aprendí” (Confucio).

De esta forma, a partir de las experiencias propuestas, los estudiantes siguen un proceso de aprendizaje autodirigido, en el que es necesario consultar bibliografía, repasar conceptos ya estudiados, analizarlos desde otro punto de vista y decidir su adecuación para realizar programas interactivos, ocupándose por tanto de construir, simbolizar, aplicar y generalizar ideas matemáticas.

Se pide a los estudiantes que realicen una investigación sobre los contenidos de primer curso, para seleccionar ejercicios adecuados desde el punto de vista de la programación, poder usar el lenguaje *mathematica* y crear un material diferente al que usualmente manejamos en clase o encontramos en Internet.

Con estos ejercicios, diseñados para favorecer una curiosidad intelectual constante y una independencia cada vez mayor, cuando los utilicen otros estudiantes de primero, se podrá seguir un proceso de **aprendizaje autodirigido**. Pensamos que este tipo de experiencias es fundamental para que los estudiantes desarrollen la capacidad de seguir aprendiendo durante toda su vida, así como que sean capaces de interiorizar el punto de vista de que la matemática es a la vez un proceso, una forma de conocimiento y una creación humana.

Así completamos una especie de círculo, en el cual, los alumnos/as de segundo ayudan a los de primero, y, a su vez, estos proponen materias para que los estudiantes de segundo puedan seguir trabajando.



... poner de manifiesto que las matemáticas y la Informática están relacionadas...

Deseamos que en nuestra clase se ponga de manifiesto que las Matemáticas y la Informática están relacionadas, la posibilidad de usar ordenadores facilita la comprensión de conceptos matemáticos y recíprocamente, las Matemáticas proporcionan numerosas situaciones programables. Así nuestros estudiantes pueden comprobar que las Matemáticas facilitan estructuras básicas que encuentran aplicación en áreas relacionadas con los ordenadores (Lenguajes de Inteligencia Artificial, Bases de datos, Optimización,...) y, a su vez, estas materias aportan riqueza a las Matemáticas.

Como punto de partida para la remodelación de la metodología docente tuvimos en cuenta nuestra experiencia previa. Durante varios cursos académicos habíamos impartido esta asignatura. Siempre se ha seguido una metodología en la que potenciábamos el trabajo individual de los estudiantes. Observamos que efectivamente al introducir nuevas tecnologías se producen cambios en la asimilación de conceptos de matemáticas. Por ejemplo, podemos actuar de otra forma en la organización de la asignatura. También resulta necesaria una nueva ordenación de la actividad que permita abordar otra forma de generación y transmisión del conocimiento. La sociedad del conocimiento está promoviendo innovaciones y cambios en las formas tradicionales de formación, producción y comunicación de la información<sup>3</sup>.

Una intención primordial era conseguir en clase un ambiente de experimentación<sup>4</sup>, evitar que las clases se limitaran a exposiciones teóricas de las profesoras y conseguir que los estudiantes fueran responsables de su propio aprendizaje. Para lograrlo tomamos varias decisiones:

3 Esa nueva forma de desarrollo industrial del siglo XXI, necesita de más cambios: nuevos modelos de gestión excelentes y nuevos valores...Y, ¿qué necesita una ingeniería industrial sostenible, además, por supuesto, de una eficaz formación tecnológica? Una formación humanista y social que nunca ha tenido. Este es un difícil, pero necesario, reto de nuestra Universidad. Hoy, el desarrollo industrial necesita de profesionales capaces de formular políticas y desarrollar estrategias. Capaces de identificar objetivos y planificar tácticas y actividades para conseguir los resultados. Capaces de trabajar en equipo, de liderar equipos, de negociar y de comunicar con eficacia. Capaces de desarrollar sus conocimientos tecnológicos y profesionales, con ética, con responsabilidad individual, empresarial y social. Con actitudes comprometidas, emprendedoras, orientadas a la resolución de problemas, austeras pero dignas. Y sensibles con su entorno social y ambiental. En definitiva, valores y principios propios de actitudes basadas en el esfuerzo, el rigor y el trabajo excelente. Actitudes que, algunas pueden ser genéticas, pero que también se pueden conocer, estudiar, adquirir y desarrollar. Actitudes que demanda el actual competitivo y globalizado mercado. Entonces resulta que ya no es suficiente el saber y el saber hacer (capacidades científicas y tecnológicas), hay que, además, saber ser y estar (capacidades de actitud). Y eso se debe implementar en los perfiles curriculares. Currículos, por cierto, difíciles de ver. (Carrillo, A.; *X Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*)

4 Desde la enseñanza secundaria, tras habernos de que en clase tenemos que divertirnos, buscar el ansia de saber y propiciar una atmósfera de investigación, concluye: "Y no se piense que sólo se abre la mente a los alumnos. También la del profesor se expande y se llena de nuevos matices y perspectivas más amplias, y funciona la relación enriquecedora en los dos sentidos. Mi experiencia, al menos, me dice que algunos de los juegos y problemas con los que he disfrutado, y que sigo utilizando, han tenido su origen en la dinámica de la clase... Y cuando se crea esa atmósfera mágica en clase, con los fluidos intelectuales en movimiento, pocas actividades hay más placenteras" (Corbalán, F.).

- Limitar el número de estudiantes que podían cursar la asignatura para que cada uno trabajara en uno de los 36 ordenadores disponibles. Se ofertan dos grupos (uno por cada especialidad, por lo que cada curso trabajamos con 72 estudiantes).

- Aprender el lenguaje *mathematica*. Durante las primeras semanas de clase se trabaja con este lenguaje de programación. Al empezar el período lectivo se pone a disposición de los estudiantes material impreso adecuado (libro publicado por el Servicio de Publicaciones de la UCO) para conseguir el siguiente esquema de trabajo: aproximadamente una hora de estudio antes de la clase presencial, dos horas de realización de ejercicios en el aula y una hora de asimilación y terminación de las prácticas. Los estudiantes tendrán que leer los conceptos principales sobre los que trabajaran en el aula. Todas las clases son teóricas/prácticas, usando el ordenador. Cada estudiante, delante de su ordenador, deberá resolver los problemas que nosotras proponemos. Cuando hay dudas nos preguntan sobre una situación concreta, indicándonos lo que han hecho y donde están atascados. Si la duda es general, se resolverá para todos, en los demás casos daremos, como quien dice una pequeña pista para que puedan avanzar. Nunca se resolverá todo el problema, son ellos los que terminarán solucionándolo. Deberán realizar los algoritmos para solventar las dificultades, siendo necesario que ellos mismos diseñen la estrategia a seguir.

- Realización de los cuadernos interactivos de aprendizaje. Los estudiantes, después de elegir un tema del programa de la asignatura Matemáticas II, consultar bibliografía y preguntar los conceptos que no tienen claros, seleccionan los ejercicios bajo la óptica de la programación y con el objetivo principal de lograr interactividad y de presentar sus programas para que otros estudiantes puedan usarlos en las horas de estudio de sus asignaturas y en las tutorías personalizadas con el profesor. Cuando sea necesario aportaremos ideas para que puedan crear el material interactivo. Los proyectos de investigación de los estudiantes deben desarrollarse mediante los logros expresados en la Fig 1.

Mientras se realiza este trabajo se adopta una metodología similar a la de la primera parte, es decir nosotras nos adaptamos a su ritmo de trabajo, las clases son de autoaprendizaje, por eso es importante la presencia de dos profesoras en el aula. Son 36 alumnos/as trabajando y preguntando dudas relativas a temas distintos.

Los estudiantes seleccionan los ejercicios con el objetivo principal de lograr interactividad.

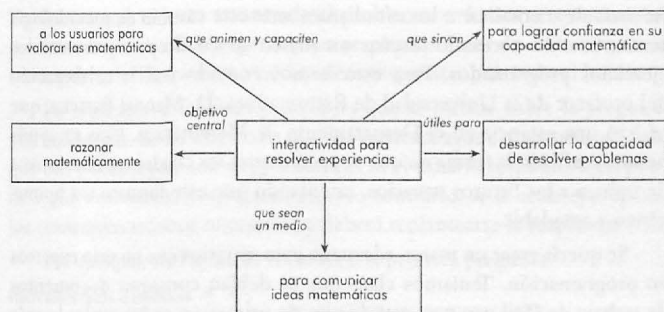


figura 1

Es imprescindible resaltar que en algunos ejercicios los estudiantes aportan ideas muy originales. Hemos constatado que al tener libertad, tanto en la selección como en el desarrollo, han proporcionado ideas nuevas. No repiten técnicas que el profesor enseña, son los propios estudiantes los que diseñan sus estrategias y presentan tácticas de aprendizaje que pueden mejorar la comprensión de conceptos.

La intención principal es lograr que los estudiantes sean los principales protagonistas de su aprendizaje. El programar en clase temas de matemáticas es la excusa para que se realice una investigación y sean ellos los que diseñen la estrategia a seguir, planificando y terminando después su propio plan de trabajo.

Los primeros días de clase son decisivos para que los estudiantes comprendan que deben ser ellos mismos los que han de realizar los programas de ordenador y que esto requiere un esfuerzo adicional, ya que antes de venir a clase deben pensar las tácticas que seguirán en el aula. Ellos esperan que, al igual que ha ocurrido en otras ocasiones, las profesoras expliquemos los pasos a seguir. Tienen que cambiar de estrategia y empezar a programar. Es necesario cambiar la dinámica y, como suele ser habitual al empezar a aprender un nuevo lenguaje de programación, acostumbrarse a la sintaxis requerida y asimilar las destrezas más adecuadas para este lenguaje. La mejor forma de aprender un lenguaje es programando y analizando los posibles fallos para evitarlos en sucesivas ocasiones.

Además de mentalizar a los estudiantes ante este cambio de metodología activa, ha sido necesario diseñar un marco adecuado para presentar los ejercicios programados. Para esto hemos contado con la colaboración del profesor de la Universidad de Extremadura, D. Manuel Barrena, que realizó una estancia en el Departamento de Matemáticas. Con su ayuda hemos perfilado la forma en que se presentaran los cuadernos interactivos de trabajo a los futuros usuarios, intentando que este formato sea homogéneo y agradable.

Se quería crear un marco adecuado para usuarios que no sean expertos en programación. Teníamos claro que se debían conseguir documentos de trabajo de fácil uso para estudiantes de primero y en los cuales lo más importante sea el contenido (con propuestas matemáticas acertadas) y con los que también se consiguiera participación activa de estos estudiantes.

#### LA APLICACIÓN APREMAT (APRENDIENDO MATEMÁTICAS)

Hemos tenido en cuenta la interactividad que proporciona el lenguaje de programación *mathematica* y la posibilidad de usar este software para poder desligar la comprensión de conceptos de las técnicas mecánicas de cálculo.

La figura 2 muestra un ejemplo de una situación concreta.

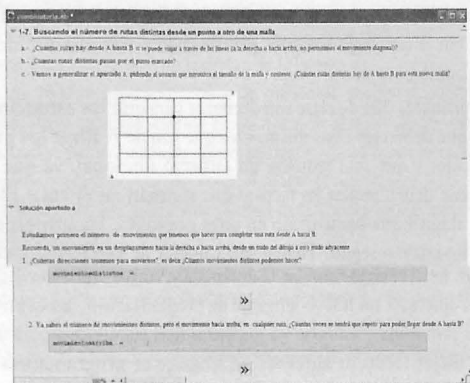


figura 2: PANTALLA DE UN PROBLEMA

Hemos tenido en cuenta la interactividad que proporciona el lenguaje de programación *mathematica*

Se observa que, una vez enunciado el problema, se hacen preguntas a los usuarios, los cuales deben pensar sus respuestas antes de contestar en el rectángulo gris. Después se evalúan estas respuestas pulsando el botón.

En ocasiones se facilitan pistas para que se medite sobre la pregunta mal contestada. Se ha intentado que la respuesta ayude al estudiante para que este pueda seguir con su aprendizaje. Si el usuario responde bien puede seguir con nuevas propuestas, en caso contrario, se le aconseja repasar los contenidos teóricos necesarios y deberá replantearse la respuesta.

Por ejemplo, si el usuario contesta a la primera pregunta movimientos distintos = 4 ;

Al pulsar el botón obtiene la siguiente respuesta

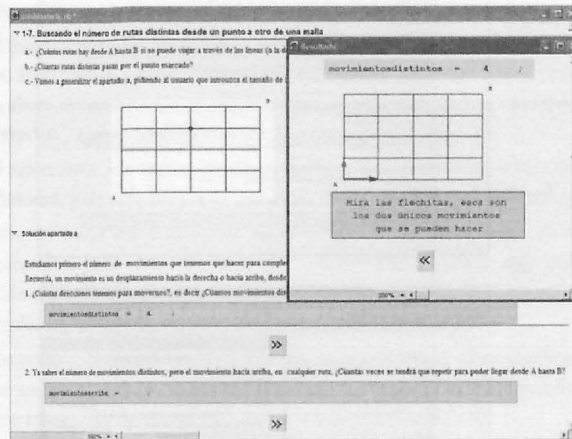


figura 3: PANTALLA DE RESPUESTA ANTE UNA PREGUNTA

Al final de cada tema se presenta un test de autoevaluación, para que puedan comprobar su nivel de aprendizaje.

La figura 4 muestra las tres primeras preguntas del test correspondiente al tema de relaciones entre conjuntos.

También proporcionamos en todos los temas hiperlink a los resultados teóricos, así como ejemplos y enlaces a distintas páginas Web con la idea de facilitar el repaso de los conocimientos necesarios para responder de forma acertada.

La figura 5 muestra una pantalla con un hiperlink a Dijkstra y dos enlaces Web para ver ejemplos del algoritmo que deben utilizar para responder a otro de los ejercicios propuestos.

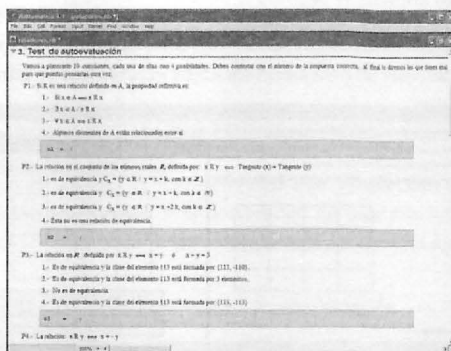


figura 4: PANTALLA DE UN TEST DE AUTOEVALUACIÓN

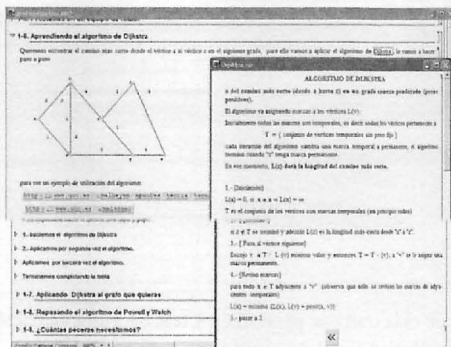


figura 5: PANTALLA DE HIPERLINK AL ALGORITMO DE DIJKSTRA



## REFLEXIONES FINALES

En la aplicación de este cambio de estrategia, planteada a los estudiantes en el curso 2002-2003, hemos comprobado que se puede llevar a cabo una adaptación metodológica enfocando la docencia en función del aprendizaje de los estudiantes. Creemos interesante resaltar los siguientes hechos:

Los estudiantes de segundo curso realizan los algoritmos y programas, por tanto no sólo tienen que repasar los conceptos de matemáticas ya estudiados, sino que deberán analizar todas las situaciones y estudiar con detalle todos los casos posibles, procesos que a veces hay que tratar de forma diferente. No sólo repasan un tema, lo analizan con todo detalle y deben ser capaces de transmitir el conocimiento, mediante un programa, a otras personas.

Al programar todas las situaciones se enfrentan con resultados teóricos que antes habían pasado desapercibidos y no le habían visto la importancia, ahora necesitan esos conceptos para asegurarse que sus programas son correctos.

Al seleccionar los temas pueden escoger aquel en el que se sientan más cómodos, y de esta forma se produce una gran diversidad en el aula.

Deberán tratar los conceptos matemáticos desde un punto de vista más interesante para ellos. No hay que memorizar o aplicar algo que ha explicado el profesor, sino que enfocar los ejercicios para conseguir interactividad.

Los estudiantes toman parte activa en su aprendizaje, ellos son los que diseñan sus programas y nosotras cambiamos el papel del profesor de ser un mero transmisor de conocimiento a ser facilitador de éste.

Algunos estudiantes han elaborado programas realmente interesantes y originales, y desarrollan habilidades diferentes a las evaluadas en la primera parte de la asignatura.

No sólo hemos logrado que aprendan a programar en *matemática*, sino que también hemos podido valorar otras destrezas muy interesantes desde nuestro punto de vista: diseño del programa elegido, originalidad en su planteamiento, imaginación para enfocarlo de forma atractiva, etc.

Los estudiantes toman parte activa en su aprendizaje.

Este tipo de trabajo les ayudará en dos formas, a corto plazo en su Proyecto de Fin de Carrera, y a largo plazo en el desarrollo de su vida profesional.

Por otra parte, estos programas se están usando en primer curso. Los usuarios tendrán a su alcance un material complementario y diferente a lo que es habitual. Estos estudiantes también podrán comprobar que las Matemáticas y la Informática están relacionadas, por lo que se les motivará y estudiarán esta asignatura desde otra óptica que debe ser más atractiva para ellos.

En breve, se podrá integrar el ordenador de forma habitual en clase de matemáticas, usando para ello un material diseñado especialmente para el programa que se sigue en asignaturas de primer curso.

No es lo mismo seleccionar ejercicios para clase que pensar en como transmitir las ideas desde el punto de vista de la interactividad. Hemos comprobado que este material es potencialmente mucho más atractivo de lo que en un principio sospechábamos. El material elaborado es innovador. No conocemos ningún otro material con el nivel de contenidos y de interactividad que se ha logrado aquí.

No sólo se pueden programar ejercicios de las asignaturas de Matemáticas de primer curso de Informática, sino que este tipo de programas se puede extender a cualquier especialidad o carrera universitaria; tampoco es necesario pensar en asignaturas de primero de Universidad, sino que se puede trasladar a otros niveles sin más que seleccionar los ejercicios adecuados. El resultado obtenido permitirá producir cambios en otras asignaturas mediante la sustitución necesaria de la forma tradicional (demostraciones, conceptos de difícil asimilación...) por aplicaciones con simulaciones y programas de efectos reales que visualizan claramente los conceptos a exponer.

Si queremos cambiar los hábitos docentes, y lograr que los protagonistas de la clase sean los estudiantes, es imprescindible que los grupos no sean tan numerosos como es habitual. Al elegir cada estudiante un tema son 36 personas con necesidades diferentes en cada momento. Un estudiante nos podía plantear un problema relacionado con programación, mientras que otro podía necesitar información adicional de matemáticas

Entre los estudiantes se ha dado un clima de compañerismo.

sobre el tema seleccionado. Para poder atenderlos es necesaria en todo momento nuestra atención constante y una sola persona no podría hacerlo. No es lo mismo preparar un tema para una exposición magistral, que adaptarse a los diferentes ritmos de trabajo que se pueden presentar en el aula y cubrir todas sus necesidades. Si se quiere cambiar el ambiente de clase y promover experiencias en las que se facilita el aprendizaje de los estudiantes, es necesario contar con grupos de estudiantes de pocos alumnos, ya que de otra forma es muy difícil realizar un seguimiento de los progresos de cada estudiante.

Hemos observado que entre los estudiantes se ha creado un clima de compañerismo. Se intercambian ideas, se ayudan entre sí y sobre todo su aprendizaje se ha basado en su propia actividad.

Aunque ya tenemos material adecuado, no todo está terminado. Ahora estamos evaluando el material elaborado. Los programas interactivos serán valorados por los usuarios a los cuales van dirigidos, esta va a ser una buena forma de comprobar los resultados, mejorar algunos problemas o cambiar el enfoque dado a otros, así como pensar nuevas situaciones para programar y cubrir así las necesidades de los estudiantes que estén aprendiendo la asignatura.

Aparece la colaboración entre alumnos de 1º y 2ª. Los estudiantes de primero usan los programas, realizados por los de 2º, para aprender conceptos de su asignatura. Para ello van al laboratorio de Matemáticas de forma continuada a lo largo del curso académico, y su trabajo consiste en: rodar estos programas, responder a los ejercicios y realizar un comentario sobre cada uno. Los programas interactivos se usan de forma individual (ya que es la manera adecuada de aprender de forma interactiva con un ordenador, puesto que cada persona puede llevar su ritmo de aprendizaje y asimilación de conceptos) y después trabajan en grupo, para darnos la ficha en la que presentan sus informes, deben ponerse de acuerdo y presentarnos sus conclusiones tras un debate entre ellos.

Por último, usamos un material creado en la UCO para reforzar las tutorías y el trabajo personalizado de los alumnos que siguen ECTS, los cuales podrán disponer de un material interactivo adaptado plenamente a las necesidades del programa de Matemáticas II y con posibilidad de hacer lo mismo en otras asignaturas.

*Actas de X Congreso de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas. Conclusiones*, (2003) UPV

BERRAL YERÓN, J.; SERRANO GÓMEZ, I. (2003), *Matemáticas y Matemática*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba

CARRILLO A. (2003), "El Ingeniero Del Siglo 21". Actas de X Congreso de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas. UPV

ESTEVE, J. M. (2003), "Hacia un nuevo modelo de profesor universitario". (Ciclo De Conferencias Sobre Modelos Y Metodologías De Formación Superior En Europa)

GARCÍA ROMÁN, A. (2003), "El cambio de mentalidad". Curso de Formación y Actualización del Profesorado Universitario

[2], [3], [4] y [5] GARCÍA ROMÁN, A. (2003), "El Sistema De Créditos Europeo (ECTS)" Curso de Formación y Actualización del Profesorado Universitario.

[1] y [6] (2003), "La integración del sistema universitario español en el espacio europeo de enseñanza superior". Documento Marco. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

[5] PAGANI, R., *La convergencia europea y sus repercusiones en el próximo desarrollo de la LOU*.

[www.upv.es/europa](http://www.upv.es/europa)

[www.aneca.es/modal\\_eval/convergencia\\_bolonia.html//www.relint.de](http://www.aneca.es/modal_eval/convergencia_bolonia.html//www.relint.de)

#### BIBLIOGRAFÍA

