
MATEMÁTICAS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

González Pareja, Alfonso (*), Calderón Montero, Susana (*)
Hidalgo Sánchez, Ramón (**), Romero Más, Carlos. (**)

(*)Departamento de Economía Aplicada (Matemáticas), Facultad de Ciencias
Económicas y Empresariales. Universidad de Málaga.

(**) Servicio Central de Informática. Universidad de Málaga.

RESUMEN

Desde hace algunos años, el concepto de enseñanza que teníamos al que actualmente se está imponiendo ha sufrido unos cambios asombrosos. Así, desde la aparición de los ordenadores y su aplicación a nuestro campo, han surgido infinidad de posibilidades que queremos aplicar en nuestro ámbito de la manera más eficaz. Las nuevas tecnologías han afectado multitud de áreas y la enseñanza evidentemente ha sido una de las afectadas, a cualquier nivel.

Dentro del campo que nos movemos los autores del presente trabajo, profesores universitarios de Matemáticas, queremos aportar nuestra experiencia durante varios años de puesta en marcha sucesivamente de estos avances, como son la aplicación de programas específicos de matemáticas en nuestras asignaturas, utilización de Internet para la comunicación con nuestros alumnos e incluso para procesos de auto-evaluación y examen, tutorías, listas de distribución, etc., generando un software que nos apoye en dichos elementos, que hemos denominado TARIMA.

Palabras clave:

Internet, nuevas tecnologías, MATHEMATICA, TARIMA.

Autor correspondiente

E-mail: agpareja@uma.es

1.- INTRODUCCION

Entendemos que una de las principales tareas de un docente es enseñar al alumno a moverse en el entorno cultural que le corresponde vivir. Así, sería absurdo no incorporar las Nuevas Tecnologías a nuestras asignaturas, puesto que el ordenador está siendo cada vez más una herramienta de la que no se puede prescindir para casi nada en nuestra vida cotidiana.

Nos preocupa la forma en la que llegamos a nuestros alumnos. Hemos tratado durante los años que llevamos enseñando Matemáticas ir modificando nuestra forma de hacer llegar esta materia a alumnos, que no se caracterizan por su clara vocación hacia la Economía Cuantitativa y hemos descubierto que el ordenador y todo su mundo o si se quiere, la aplicación a nuestra docencia de las Nuevas Tecnologías, nos sirven para conseguir ese fin. Así, las clásicas clases de Matemáticas con lápiz y papel, aunque siguen siendo necesarias en algunos temas, son complementadas en gran parte con las prácticas en las aulas de Informática, donde el alumno aprende de manera experimental y activamente, muchos conceptos que de la forma tradicional tardaba muchísimo más tiempo y no le quedaban las cosas claras.

Con el nombre de Nuevas Tecnologías englobamos a un conjunto casi innumerable de artilugios que están cambiando nuestra vida y es por ello por lo que nos detendremos para presentar ciertos aspectos de interés para nosotros como profesionales de la enseñanza de las matemáticas en centros donde se enseña economía. Mostraremos cómo aplicamos estas nuevas tecnologías en la enseñanza, confirmando que es una herramienta fundamental en ella.

Las nuevas tecnologías en general y los ordenadores en particular están entrando en todos los niveles de nuestra vida, desde lo cotidiano hasta en el trabajo diario, surgiendo así el intento de incorporar esta tecnología a nuestras asignaturas, de forma que hemos de compaginarlos para conseguir que el alumno no se pierda entre ellos y sepa para qué

sirven y hacia donde van dirigidos.

Los autores del presente trabajo impartimos nuestra enseñanza en la Universidad de Málaga. Tradicionalmente, ésta era *presencial*, ubicada en una clase donde la distribución de los alumnos y el profesor era la clásica, llevando el profesor todo el peso de la clase, tomando el alumno una actitud pasiva. No hemos de olvidar que nuestra profesión, independientemente de las asignaturas que impartamos es la de profesor, por lo que entendemos que nuestra tarea principal es “enseñar” a nuestros alumnos. Llevamos varios años tendiendo a motivarlos en una enseñanza distinta, ya que ponemos a su disposición medios que hace unos años eran impensables: aulas de Informática, programas de Matemáticas que facilitan los cálculos y el aprendizaje en general de nuestras asignaturas y las grandes posibilidades que ofrece Internet.

Entre las nuevas tecnologías que se aplican en nuestras enseñanzas hemos cubierto las etapas propias de cualquier docente: desde la búsqueda de un programa que apoye la enseñanza en clase **Calderón** (1997) y **G. Pareja** (1996), a la adaptación de los programas a este nuevo medio **G. Pareja** (1997 a), pasando por la puesta a punto de métodos de enseñanza y de evaluación **G. Pareja** (1997 b, c). Hemos constatado que la aplicación de estas nuevas tecnologías en la enseñanza produce resultados excelentes, los cuales se verán aumentados cuando el equipo de profesores se entusiasme con la idea (**Cabero Almenara** (1995)) y sea capaz de contagiar a sus alumnos, los cuales suelen tener una actitud bastante mas positiva que los propios profesores en la aplicación de nuevas tecnologías en la docencia, ya que el estudiante comprende mejor cuando está ocupado en una tarea que acapara su atención.

Nuestra apuesta en la actualidad está por el uso de Internet como aglutinante de todo lo anterior: la enseñanza presencial y virtual y el uso de herramientas contenidas en lo que venimos llamando nuevas tecnologías en la enseñanza.

Las ventajas de Internet como nuevo espacio educativo es un tema que está siendo estudiado por multitud de autores entre los que destacamos **Luzón Encabo** (1997) y

Salinas Ibañez (1999), si bien no podemos olvidar que presenta ciertos inconvenientes que tenemos que subsanar, debiendo saber filtrar la cantidad de información disponible, siendo tarea del profesor orientar a sus alumnos en los trabajos en los que use este medio y ello se consigue guiándolos por un camino que previamente haya considerado.

Una de las ventajas que presenta este medio es poder usar el *hipertexto* frente al libro de texto tradicional, como una forma distinta de estudiar. Hasta ahora, el alumno ha estudiado (y todavía estudia) de forma secuencial, de principio a fin. Ahora, haciendo uso del hipertexto, no existe comienzo ni final, sino que de cualquier página podemos saltar a otro nodo relacionado; al ser un documento vivo, podemos actualizar, incluir o aclarar cualquier concepto en un momento, frente al libro impreso, que no se puede modificar, haciendo de la enseñanza un proceso dinámico; ahora bien, para constatar si este método es efectivo o no en la docencia tendremos que esperar a comparar los resultados y conocer la opinión de profesores y alumnos que utilicen este método.

En definitiva, la correcta utilización de Internet fomenta el estudio del alumno de forma independiente y no tutelada, ya que dispone de una serie de medios que puede utilizar, y no sólo nos referimos a texto, sino a imagen, sonido, etc., y que debe ser usado de forma paralela a la clase presencial, para sacar el máximo provecho de ambas. Es, siguiendo a **Luzón Encabo** (1997) *un universo que contiene ilimitadas oportunidades de aprendizaje siendo, en definitiva, una ayuda excepcional para que el estudiante se independice en su proceso formativo y aprenda cómo aprender.*

La Informática Educativa es considerada como un subconjunto de las Nuevas Tecnologías que trata de incorporar los avances de la tecnología de la información y comunicación al ámbito educativo. Desde nuestro punto de vista de docentes, algunos autores se han cuestionado: ¿podemos unir lícita y sintéticamente estos dos conceptos? ¿son una tesis y una antítesis? ¿puede la informática convertirse en educativa o adjetivarse de educativa?

En este sentido, todo nuestro interés se centra en intentar escoger los avances que nos

ofrece INTERNET pero sin olvidar que nuestras clases son presenciales, es decir, en la lectura de nuestro trabajo se puede encontrar siempre un denominador común: utilización de INTERNET en todos los aspectos de la docencia, antes, durante y después de ella.

Obviamente, la utilización de dichos medios necesita dos puntos imprescindibles:

- Contar en el centro correspondiente de los medios informáticos necesarios para la puesta en marcha de las nuevas tecnologías.
- Una actitud positiva por parte del profesorado para aprender esta nueva forma de enseñar y sacarle el máximo partido posible.

Los docentes a los que nos interesa la metodología seguida frente a los alumnos, nos preocupamos en gran medida de intentar que nuestra enseñanza esté al día, en el sentido que no queremos impartir nuestras clases con los mismos apuntes año tras año, dando la espalda a la realidad cambiante.

Enseñar Matemáticas para un futuro experto en Economía es difícil, ya que no es su objetivo primordial; debemos intentar motivarlo con todos los medios que tengamos a nuestro alcance y hacerle ver las conexiones existentes entre nuestra disciplina y las otras que debe conocer.

Ahora bien, esto nos lleva a una innovación que no tiene fin; cuando hemos ajustado los programas a nueva metodología, surge una nueva idea con la utilización de otro recurso, lo que nos lleva a un nuevo ajuste de todo el proceso, por lo que los docentes que nos dedicamos a esta ardua labor, debemos estar muy motivados y tener ideas muy claras de lo que queremos hacer y cómo hacerlo.

Entendemos que nuestra incorporación de las nuevas tecnologías a las aulas la debemos realizar en dos fases, quedando, por tanto, el presente trabajo separado en dos

bloques:

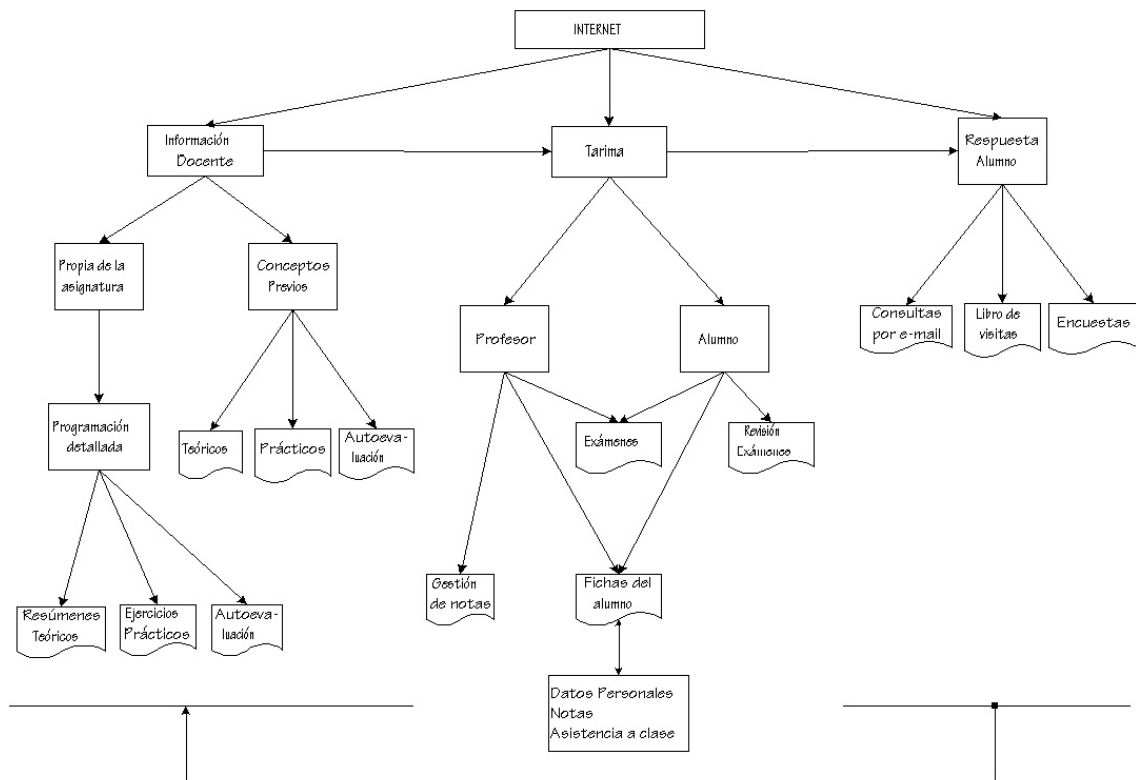
1. Búsqueda de un programa de ordenador que se adecue a nuestras necesidades y revisión del proceso de enseñanza en todas sus etapas, destacando:
 - Preparación de las clases por parte del profesorado.
 - Impartición de clases teóricas.
 - Impartición de clases prácticas.
 - Proceso de evaluación.

2. Incorporación de Internet a nuestras aulas, elaboración de nuestra página web y todo lo que en ella se puede utilizar, destacando:
 - Señalar la información docente que poseen los alumnos en nuestro servidor, desde cómo deben trabajar nuestra asignatura (conceptos previos, desarrollo de los temas y auto-evaluación), hasta aspectos puramente informativos, como pueden ser las horas de tutoría, bibliografía, programas, etc.

 - Aspectos, tanto de aplicación como puramente técnicos, del programa TARIMA que hemos desarrollado los autores del trabajo; este programa cubre todos los aspectos de gestión, evaluación del alumno, revisión de exámenes, gestión de calificaciones e incluso control de asistencia a clase.

 - Finalmente, mostraremos las respuestas que obtenemos de los alumnos frente a este sistema, las cuales pueden venir dadas por múltiples vías que ponemos a su disposición (consultas por E-mail, cuestionarios, libro de visitas, etc.)

Todas las relaciones en este bloque puede ser visualizado a partir del siguiente esquema:



2.- BÚSQUEDA DE UN PROGRAMA DE APOYO.

Entendemos que cualquier intento de incorporar las nuevas tecnologías a nuestras aulas exige una puesta a punto de los programas impartidos y las metodologías seguidas. Evidentemente, no se trata de tomar los apuntes de siempre y ponerlos en Internet, sino que debemos revisar a fondo todas las lecciones que las componen, hacer uso de programas de ordenador que nos faciliten las tareas de cálculo y por último buscar nuevas metodologías para transmitir estos conceptos a los alumnos, habida cuenta la cantidad de recursos de los que disponemos en la actualidad.

En esta línea, pretendemos desarrollar en este epígrafe el primer punto que hemos citado, esto es, cuál es el programa de ordenador que mejor se adecua a nuestras necesidades y cómo éste afecta a nuestro programa y la exposición que de ellos

realizamos en clase.

Evidentemente, al comienzo de la incorporación de las nuevas tecnologías a nuestras asignaturas, lo primero que nos planteamos fue una revisión completa de los programas de las asignaturas, sus contenidos, etc., puesto que al incorporar un programa de ordenador que nos ayudaba en las tareas básicas de cálculo, había algunas teorías que ya no tenían sentido, otras que debíamos ampliar, en fin, cambiaba toda la perspectiva del programa, aunque el temario seguía siendo fundamentalmente el mismo.

Todo ello nos llevó a una puesta al día en los contenidos de dichas asignaturas, si bien, en este proceso, surgió la idea de incorporar el uso del ordenador, con algún programa potente de Matemáticas, que nos ahorrara el tiempo que perdíamos en la resolución manual de los ejercicios y que nos permitiera abordar temas cuya resolución manual era imposible y que respondían más a la realidad, es decir, acercarnos a modelos reales, donde los datos no tenían por qué “estar preparados” para que salieran fáciles a mano.

Existen cantidad de programas en este sentido, si bien no queremos aquellos que quedan limitados a una calculadora de altas prestaciones y gran velocidad, sino programas de Cálculo Simbólico que permiten operar con objetos matemáticos, razonando como se haría a mano pero de forma más rápida y fiable.

Por su sencillez y eficacia, elegimos en un principio el programa DERIVE, que nos permitía abordar de manera fácil las lecciones correspondientes a los cursos de primero; ahora bien, cuando intentamos traspasar nuestra experiencia en este curso a cursos superiores, observamos que este programa no cubría las necesidades de matemáticas más avanzadas, por lo que pasamos nuestro estudio al programa MATHEMATICA, en distintas versiones, hasta la versión 4.1. que es la que trabajamos en la actualidad.

Este programa de cálculo simbólico y numérico aporta también la utilización de

gráficos, es fácil de utilizar e incluso se pueden programar funciones de manera elemental. Con él, cubrimos ampliamente los programas de nuestras asignaturas que comprenden temas tan variados como son matrices, estudio de funciones, optimización; con esta herramienta, nos centramos más en el razonamiento y entendimiento lógico de las matemáticas y no en el cálculo concreto de un resultado que nos dará el ordenador de manera rápida. Este programa, además de abarcar todas las problemáticas que nos surgen en nuestro temario, es de gran ayuda para impartir clase, pues permite mostrar los enunciados de los ejercicios, después su solución, nos ayuda si cometemos un error, etc.

Siempre nos encontramos con el problema de que nuestros alumnos deben conocer el contenido matemático del programa oficial, el programa de ordenador y además una serie de funciones mediante las cuales completarán sus conocimientos de dicho programa. Estas funciones *fallan* en cuanto se comete cualquier pequeño error, lo cual puede hacer peligrar el método, sobre todo cuando uno se inicia en estas tareas. Es por ello por lo que hemos puesto en el servidor a modo de prueba dos enlaces muy interesantes:

“Funciones utilizadas a lo largo del curso”

“Errores comunes”

En el primero vamos completando una tabla con las funciones que hemos de emplear, ordenadas por orden alfabético y donde cada función enlaza con un ejemplo. Al no realizar ninguna descripción verbal del significado de la misma, este enlace puede ser consultado por el alumno en cualquier momento. Respecto del segundo mostramos los errores que suelen cometer nuestros alumnos cuando se enfrentan por primer vez con programas de cálculo simbólico. Algunos son una falta de ortografía en el uso del programa, las cuales denotan muchas veces inexperiencia no sólo en el uso de un programa, sino en el empleo del ordenador; otros son errores de la simple utilización del teclado y otros son errores de concepto. En esta ayuda, planteamos un problema “mal”,

debiendo el alumno encontrar dónde está el error, corregirlo y realizarlo correctamente.

Al incorporar este programa, a su vez, tuvimos que revisar el contenido de nuestras lecciones, ya que algunas quedaban anticuadas en su enfoque y otras se podían ampliar considerablemente con la ayuda de éste. Por ahora, consideramos que hemos conseguido un buen ajuste entre programa teórico-programa de ordenador, si bien este proceso nunca se puede considerar acabado, ya que todos los años surgen posibles modificaciones y mejoras.

Con este nuevo enfoque se vio modificada toda la filosofía de nuestra docencia, señalando principalmente los siguientes aspectos:

- Preparación previa de las clases por parte del profesorado.
- Impartición de clases teóricas.
- Impartición de clases prácticas.
- Proceso de evaluación.

Los cuales explicamos detalladamente en lo que sigue.

2.1.- Preparación de las clases por parte del profesorado.

Evidentemente, si el profesor no está totalmente comprometido con este método es imposible que consiga llevarlo a término, pues requiere un gran esfuerzo frente al método tradicional, señalando principalmente los puntos siguientes:

- Revisión exhaustiva de los contenidos de las lecciones, a nivel teórico y práctico.
- Conocimiento de un programa de ordenador de apoyo, manejo de las funciones necesarias para la asignatura y desarrollo de la capacidad de detectar errores más comunes de los alumnos y señalarlos.

-
- Preparación punto a punto de las clases antes de su impartición, uniendo los aspectos tradicionales y los informáticos.
 - Desarrollar apuntes de cada una de las lecciones y colecciones de problemas propuestos antes de cada lección para dejarlos en la Web.
 - Tener preparadas las soluciones de dichos problemas antes del término de cada lección para que estén a disposición del alumno en el momento oportuno.
 - Confeccionar ejercicios de auto-evaluación, con sus enunciados, múltiples respuestas y solución pormenorizada para cada lección.
 - Preparar controles periódicos, con sus soluciones correspondientes para que el alumno pueda consultarlas, corregirlos de manera rápida y resolverlos en clase.

Todos estos puntos los iremos desarrollando a lo largo del presente trabajo en los siguientes epígrafes.

2.2.- Impartición de clases teóricas.

Antes de empezar a aplicar las nuevas tecnologías en nuestra área las clases estaban definidas de forma clara en teóricas y prácticas. En las clases teóricas, el profesor, con tiza y pizarra, explicaba los conceptos teóricos necesarios, sus demostraciones y algún ejemplo sencillo, es decir, impartía una lección magistral; aquí, el alumno era un mero copiator de apuntes, y en contadas ocasiones, preguntaba algo en clase (y hacía poco uso de las horas de tutoría, salvo, claro está, el último día antes del examen).

Esta situación, a nuestro entender, es absurda. Existe numerosa bibliografía a la que el alumno puede acudir, libros de apoyo, es decir, consideramos una pérdida de tiempo absoluta el dedicar las horas de clase a copiar apuntes. Además, con la incorporación de Internet a nuestras aulas, el alumno posee una gran cantidad de información al respecto, disponiendo de una biblioteca virtual.

El problema del desarrollo de estas clase es uno de los puntos que más nos preocupan, y hemos intentado solventarlo, de distintas formas, según el curso al que nos dirigimos.

Obviamente, lo ideal sería que todos los alumnos tuvieran un libro en el cual haríamos referencias teóricas, resolución de ejercicios, etc., si bien, como sabemos por experiencia, salvo que se obligue al alumno a comprar dicho libro (cuestión en la que no entramos), la gran mayoría no va a acudir a clase con un libro, sino que hará uso de él en biblioteca. Aquí, nuestras ideas son las siguientes:

- En cursos inferiores: recomendar al alumno un libro (o varios) de texto donde puede acudir para obtener los resultados teóricos y suficientes ejercicios prácticos resueltos. Así, el profesor, aunque imparta estos conceptos en clase, no tiene por qué preocuparse si sus alumnos toman “buenos apuntes” en clase o no.
- En cursos superiores, proporcionamos al alumno una guía en nuestro servidor:

<http://eco-mat.ccee.uma.es>

donde le indicamos los textos a consultar, un esquema de los resultados más importantes y una relación de ejercicios propuestos, los cuales deben trabajar en casa antes que el profesor exponga el tema en clase, momento en el cual nos dedicamos a resolver dudas y no a una exposición pormenorizada de todos los aspectos. Aquí, la clase se convierte en una **tutoría continua**, donde el alumno sabe a priori de qué se le va a hablar.

2.3.- Impartición de clases prácticas.

Siguiendo la línea de lo anteriormente expuesto, las clases prácticas ocupan casi todo nuestro tiempo. Una vez que el alumno ha asimilado los conceptos teóricos necesarios, desarrollamos éstas en el aula de Informática, si bien, previamente, es conveniente el

planteamiento, al menos, de algunos ejercicios, de forma que al acceder al ordenador, sepan claramente lo que quieren obtener y cómo hacerlo.

Estas clases han de ser completamente guiadas por el profesor, pues si no el alumno tiende a perderse; así, el profesor plantea un ejercicio, y después de un tiempo prudencial, lo resuelve con ayuda del ordenador y de un proyector de imágenes, de forma que todos los alumnos pueden visualizar la solución y preguntar las dudas que hayan surgido.

Aquí volvemos a hacer uso de nuestra página Web. En ella, el alumno dispone de una relación de ejercicios propuestos que más adelante serán resueltos en dicha página. Puede acceder a numerosas ayudas, desde las que proporciona el programa MATHEMATICA, hasta las que nosotros les facilitamos (tablas de errores más comunes, funciones utilizadas a lo largo del curso, etc.)

2.4.- Evaluación.

Es en el proceso de evaluación donde hemos realizado más propuestas y no podemos afirmar que la que actualmente llevamos a cabo sea la mejor, por supuesto.

Entendemos que el proceso de evaluación es el que recoge todo lo que hemos realizado a lo largo del curso, de forma que debe ser representativo de todos los aspectos comentados. Nuestro principal inconveniente es el gran número de alumnos al que nos enfrentamos, de forma que cualquier modificación del examen tradicional escrito al final del cuatrimestre conlleva una gran cantidad de trabajo por parte del profesor y de organización de tiempos, contenidos, etc.

Nos parece que lo ideal sería el seguimiento continuo de todos y cada uno de los alumnos, conocer su trabajo diario y poder eliminar esa temida prueba final. En este

sentido, nuestras aportaciones son las siguientes:

- En materias troncales:

Puesto que aquí tenemos un gran número de alumnos, actualmente realizamos varias pruebas escritas a lo largo del curso (dos o tres, según temario), donde el alumno puede obtener el 50% de la calificación final. En esta prueba se insiste más en los aspectos teóricos y en los planteamientos de los problemas; el examen final lo realizamos en el aula de Informática, conllevando el 50% restante de la nota, y es aquí donde el alumno realiza un **examen oral**, en el que insistimos más en los aspectos prácticos y donde el alumno demuestra:

- Su comprensión de la asignatura.
- Su facilidad de comunicación.
- Su manejo del programa.
- Su dominio, en general, de la materia.

Según nuestra experiencia, este tipo de exámenes, aunque al principio pueden impresionar un poco por su carácter oral, son preferidos por los alumnos ante el tradicional examen escrito, ya que aquí puede demostrar sus conocimientos frente al profesor, corregir algún error cometido al comentarlo en voz alta, etc.

- En materias optativas.

En estas asignaturas contamos con un menor número de alumnos y con ellos estamos llevando a cabo nuevas experiencias, basadas principalmente en el uso de Internet conjuntamente con la evaluación continua.

Existen gran número de trabajos en los que distintos autores se plantean la posibilidad de la evaluación a través de Internet. Para **McCormack**(1997), las principales ventajas

que ofrecen las pruebas de evaluación a través de Internet son:

- ❑ Ahorra tiempo en su desarrollo y distribución,
- ❑ Reduce el tiempo de respuesta, aumentando el efecto positivo del feedback,
- ❑ Reduce los recursos humanos y materiales necesarios,
- ❑ Permite el almacenamiento de los resultados para su posterior tratamiento,
- ❑ Flexibiliza el momento en el que el alumno ha de realizar la evaluación.

Ahora bien, en casi todos los trabajos aparece el tipo de enseñanza a distancia y/o virtual como aquella a la que se debe aplicar este tipo de evaluación, sin tener en cuenta que para nosotros, las enseñanzas presencial y virtual tienen una intersección no vacía, poseen elementos comunes que debemos utilizar todos.

Es muy interesante la afirmación que realiza **Lavié(1999)**: Desde el punto de vista del estudiante, la evaluación frecuente y periódica proporciona un refuerzo de los conceptos y aumenta la motivación. Los estudiantes pueden acceder a estas pruebas en cualquier momento, de forma privada y en la comodidad de su propio hogar. Puesto que el cálculo de los resultados está automatizados, los estudiantes reciben un feedback inmediato. Esto puede ayudar también a aquellos alumnos que sufren de ansiedad ante las pruebas de evaluación a que se relajen, así como minimizar el agobio de aquellos que suelen rendir menos.

En cuanto a programas mediante los cuales podamos realizar evaluaciones a través de Internet, **Lavié(1999)** muestra los más utilizados en la actualidad. Destacamos HotPotatoes 3.1, que se encuentra en la dirección <http://web.uvic.ca/hrd/halfbaked> y Perception en <http://www.qmark.com/perception>, el primero de ellos de libre distribución, si bien nosotros hemos desarrollado nuestro propio software.

En esta línea, nosotros nos proponemos una evaluación continua del alumno, con

pruebas quincenales a través de Internet, donde el alumno recibe el examen, contesta, envía su solución, obtiene su calificación y procede a la revisión del mismo. (**González y otros, (2000)**). El proceso detallado lo explicamos en la descripción del programa TARIMA en el siguiente epígrafe.

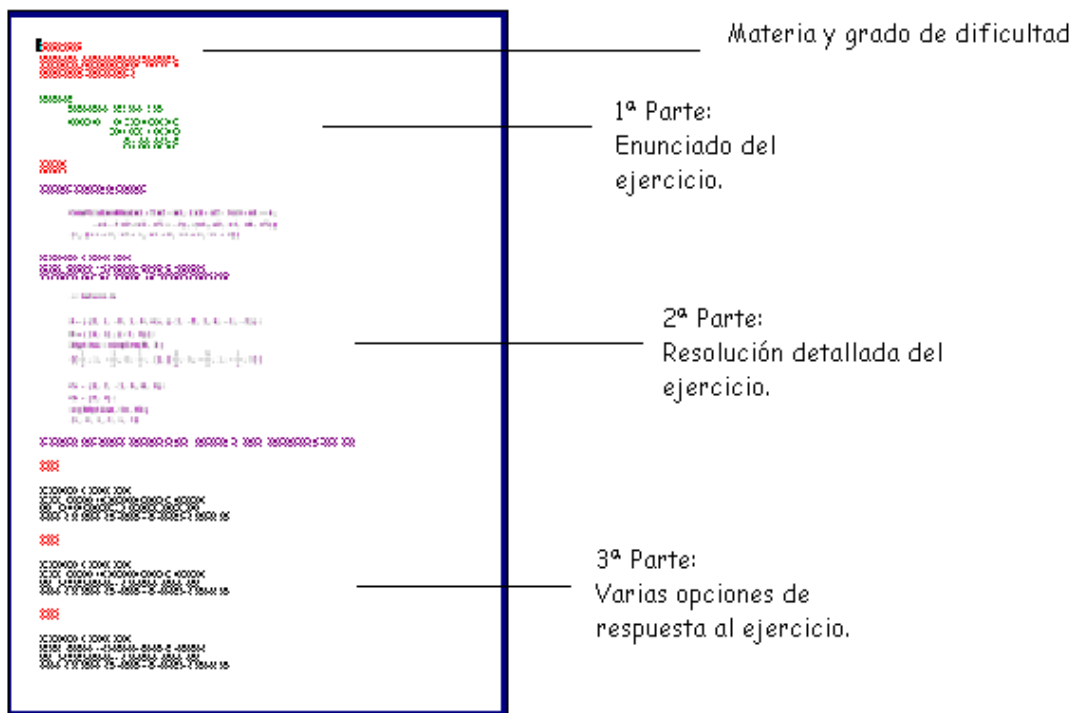
Concretamente, distinguiremos, para una determinada evaluación dos fases: la propia realización de la prueba y la revisión de la misma. El programa que hemos desarrollado contempla cada una de esas fases.

Respecto a la realización de la prueba, ésta puede estar compuesta por uno o varios ejercicios donde cada uno de ellos tiene un formato pensado para que el usuario no encuentre dificultad alguna en el momento de trabajar. En la parte superior aparece la materia en la que se engloba el ejercicio y el grado de dificultad en el intervalo $[1,4]$ que el profesor considera tiene la prueba. A continuación, el ejercicio tiene tres partes:

1. El enunciado del ejercicio,
2. La resolución detallada del ejercicio, que estará a disposición del alumno en el proceso de revisión,
3. Varias opciones de respuesta del ejercicio, que el alumno debe elegir una de ellas como correcta.

El programa funciona como si fuese un formulario de una página WEB, de tal modo que una vez "enviada" la respuesta que el alumno considera correcta, el programa le indica la siguiente cuestión.

Éste se ejecuta en un servidor web, se relaciona con el alumno a través de un formulario WEB, en el que se le presenta el ejercicio y solicita su respuesta. Cada vez que el alumno envía la respuesta de un ejercicio al servidor el programa le presenta el siguiente ejercicio.



Destacamos:

- ✓ La prueba se realiza en el Aula de Informática del Centro supervisada por el Profesor, aunque podría hacerse desde cualquier ordenador en red.
- ✓ Hacemos uso de colores para distinguir de forma clara las partes anteriores.
- ✓ Es posible rectificar cualquier información enviada.
- ✓ Durante el examen no existe limitación, en cuanto a la información a nivel local o en Internet, que el alumno puede consultar. En casi todos los casos prácticos necesitará utilizar el programa Mathematica, el cual mantendrá abierto a la vez que el correspondiente navegador de Internet.
- ✓ El tiempo de respuesta es limitado.
- ✓ La prueba debe ser validada por el profesor presente en el aula introduciendo una clave tras la identificación del alumno.

Obviamente, éste como cualquier otro método, pueden tener "zonas oscuras" a la hora

de su aplicación práctica. Veamos alguna de ellas y su posible corrección:

- El alumno puede contestar al azar y “acertar” la respuesta: esta probabilidad la hemos anulado puntuando negativamente una pregunta mal contestada. La probabilidad de que acierte una respuesta sigue existiendo, lo que se ha reducido es la probabilidad de que respondiendo al azar apruebe el examen.
- Se puede afirmar que, al realizar evaluaciones continuas, el alumno está siempre pendiente de las pruebas, estudiando únicamente para superarlas: esto puede evitarse cuando el profesor consigue que la prueba sea una actividad más de las que se realizan y cuando las preguntas que se hacen en ella tienen una dificultad media, es decir, no intentamos desalentar al alumno, sino más bien todo lo contrario.
- Si un alumno no puede asistir el día de la prueba, pierde esa calificación: recordamos que las fechas de las pruebas las conocen de antemano, pudiéndose organizar con bastante antelación.
- Se exige al alumno mucho trabajo por su parte: el alumno ha de preparar la teoría de forma previa, llevar la asignatura al día, manejar el programa Mathematica con cierta soltura, ser rápido en las pruebas. Todo esto es cierto, pero con la experiencia que tenemos, prefieren esto a las “aburridas” clases tradicionales.

Requiere un gran esfuerzo por parte del profesorado: éste tiene que estar preparando constantemente preguntas con sus respuestas consecuentes y su resolución para la revisión del examen, ajustarse perfectamente a las fechas establecidas de antemano, enfrentarse a la gran cantidad de dudas que surgen siempre, frente al método tradicional, donde las tutorías sólo se utilizan unos días antes del examen. Frente a esto, no podemos responder nada, es cierto, pero trae sus recompensas.

2.5.- Revisión de exámenes.

Una segunda fase de la evaluación y si cabe, mas importante que la primera, es la revisión de cada uno de los ejercicios que formaban la prueba.

En los exámenes tradicionales esta revisión se realiza de forma conjunta por los alumnos que así lo solicitan, dedicando las horas de tutoría para una resolución pormenorizada de los ejercicios que deseen, entendiendo que en el proceso de revisión el alumno debe contrastar cómo ha evaluado el profesor y si ha habido algún error en la calificación de su examen, no entrando en discusión, por supuesto, de los criterios que se han seguido para ello.

En los exámenes realizados a través de Internet el proceso de revisión se realiza justamente al finalizar éste. Una vez acabado, el alumno recibe su calificación e inmediatamente tiene acceso a la zona de revisión. En este momento, se hace visible la zona 2 de las tres que componían la hoja. El alumno conoce y puede estudiar el desarrollo del ejercicio hecho por su profesor. Además, el programa señala la respuesta correcta y la que contestó unos minutos antes y se califica la prueba, calificación que pasará a engrosar las habidas por ese alumno en pruebas anteriores.

La revisión de un determinado examen, además de un derecho de nuestros alumnos debiera ser una obligación, pero no sólo, como viene siendo habitual, para los que no superan un examen sino para todos los alumnos. Debe hacerse además lo más cercano en el tiempo al propio examen, ya que de otra forma el alumno habrá olvidado ya su contenido. La metodología seguida por nosotros en estas asignaturas optativas, permite hacer, y así lo hacemos, la revisión al momento de finalizar un examen.

3.- INCORPORACIÓN DE INTERNET EN NUESTRA DOCENCIA.

Todos los profesionales de la enseñanza de hoy hemos sido alumnos antes y sabemos la falta de información que siempre hemos padecido. Nos parece de vital importancia que el alumno se conciencie con nosotros de la programación docente, que conozca el programa antes de impartirlo, las horas necesarias para cada lección, de su propia

evaluación, en definitiva, que participe del proceso de enseñanza-aprendizaje del cual somos parte tanto los profesores como los alumnos.

En este sentido, pretendemos en este epígrafe especificar todo el contenido que aparece en nuestra web, siendo nuestro principal objetivo la información al alumno y ayudarlo en las principales tareas que ha de realizar como alumno de la Universidad.

Es obvio que podemos utilizar las ventajas que nos aporta Internet para comunicarnos pero no quedarnos únicamente en esto. Como hemos apuntado antes, no se trata de tomar una serie de apuntes confeccionados a lo largo de años y ponerlos en la red: tenemos que hacer una revisión de todos los contenidos y actualizarlos con la ayuda de algún programa de ayuda en nuestra asignatura, matemáticas.

La enseñanza presencial se realiza en el *aula tradicional* y en el *aula de ordenadores*. La enseñanza virtual por su propia esencia se realiza por cada alumno de forma autónoma en día y hora, aunque la enseñanza presencial haga continuas referencias a ella.

3.1.- Información docente en nuestra web.

La información docente estática que proporcionamos a nuestros alumnos a través del servidor, podemos dividirla en dos tipos:

- Relativa a conceptos previos.
- Propia de la asignatura en cuestión.

Que pasamos a desarrollar a continuación.

3.1.1. - Información relativa a conceptos previos.

Nuestra propia experiencia nos dicta la dificultad que encuentra el docente para

desarrollar muchos temas debido, sobre todo, a la falta de conocimientos básicos que en materias de tipo cuantitativo, poseen nuestros alumnos. Algunas universidades están desarrollando programas propios y previos que traten de subsanar este problema.

Un grupo de profesores del departamento hemos llevado a cabo la confección de un libro “virtual y abierto” en el que, en un nivel básico, se desarrollan temas de álgebra matricial, teoría de funciones y análisis básico. Estas materias deberán conocer y/o repasar nuestros alumnos y está abierto a los profesores que deseen aportar ideas o materias de otra índole, para hacer de él un material básico e indispensable para el buen entendimiento de nuestras asignaturas. Además, los bloques están trabajados independientemente, de forma que si un alumno sólo desea consultar un concepto específico lo puede estudiar de forma aislada al resto, sin tener que empezar el estudio del libro desde el comienzo.

De forma general, podemos señalar como características más destacables las siguientes:

- ❖ Parquedad en los desarrollos teóricos: desarrollar de forma intuitiva los conceptos dejando de lado demostraciones innecesarias.
- ❖ Realización de algunos ejemplos básicos con el fin de explicar un concepto teórico.
- ❖ Al ser un libro electrónico aprovechar de los enlaces para, cuando el lector lo requiera ir del texto principal a:
 - Ejercicios de auto-evaluación,
 - Utilización de programas de apoyo a la enseñanza (Excel, Mathematica, Derive ...),
 - Estar siempre abierto, no sólo a nuestros alumnos, sino a cualquier “navegante” que desee consultarlo.

En definitiva se trata de “enganchar” a nuestros alumnos con un repaso de conceptos básicos imprescindibles para el estudio posterior de las asignaturas del plan

de estudios y evitar que la falta de conocimientos básicos hagan fracasar al docente y al discente.

3.1.2. - Información propia de la asignatura en cuestión.

La segunda información docente que damos a nuestros alumnos a través de la WEB, también de índole estático, es la propia de la asignatura a la cual ya nos hemos referido en otros trabajos [**Calderón y otros** (1998), **González y otros** (1997a, 1997b, 1999)] y que se puede esquematizar en los siguientes puntos.

- ❖ Una programación detallada de la asignatura que incluye:
 - Profesorado
 - Programa
 - Bibliografía
 - Contenido semanal de las lecciones, pruebas de clase en el aula de informática etc. a lo largo del cuatrimestre.
- ❖ Resúmenes teóricos de cada una de las lecciones del programa, los cuales utilizan nuestros alumnos como base para el estudio de cada tema. En ellos se incluye teoría, ejemplos y aspectos computacionales [**González y Calderón**, (1999)].
- ❖ Relativas a ejercicios a resolver en las clases en el aula de informática. Estas páginas se van modificando de forma continua ya que, en un principio sólo aparecen los enunciados de los ejercicios y, a veces su solución; pero una vez que ha sido realizada la práctica se dejan resueltos y comentados. Todos los ejercicios se resuelven en un entorno informático y con las funciones que aporta el programa Mathematica [**González y Calderón**, (1999)].
- ❖ Ejercicios de auto-evaluación: se trata de colecciones de ejercicios propuestos y

ordenados por dificultad (entre 1 y 4) en los que el alumno encuentra un enunciado y tres posibles respuestas de las que sólo una de ellas es la correcta. Se trata de motivar al alumno con ejercicios de dificultad parecida a los que se van a encontrar en las pruebas y exámenes de la asignatura. Una vez que considera la respuesta correcta y tras “pinchar” en ella, le aparece una detallada explicación del ejercicio.

Todo lo anterior supone por parte del profesorado, poner a disposición de nuestros alumnos una gran cantidad de material con la cual pueden perfectamente superar las distintas pruebas que tengan a lo largo del curso.

3.2.- Software: TARIMA.

Tarima es un programa que gestiona todo a la actividad de tipo dinámico de nuestra WEB. Está pensado a tres niveles: nivel de gestión del programa, nivel del profesorado y nivel del alumnado.

- ❖ El gestor del programa, que puede ser el mismo profesor, tiene las misiones:
 - mantenimiento de las bases de datos (alumnos, profesores, colecciones de ejercicios para autoevaluación y exámenes).
 - Gestión y mantenimiento de los archivos estáticos (resúmenes de lecciones, ejercicios de autoevaluación, ...).
 - Realización y análisis de encuestas.
 - Mantenimiento general de la WEB.
- ❖ Tarima ofrece al profesor bastante información imprescindible para su labor docente:
 - Fichas de datos personales y listas de alumnos.
 - Trasladar a estas fichas cualquier información que se requiera, por ejemplo

asistencia a clase, asistencia a un determinado examen, etc.

- Gestión de exámenes siguiendo la metodología de evaluación continua [González y otros, 2000] que permite, al finalizar cada prueba, realizar una detallada revisión del examen, pero no de forma general, sino particularizada para el alumno, indicándole dónde ha cometido un error y cuál es la contestación correcta. La calificación de esta prueba también es conocida en el proceso de revisión.
- Una completa gestión de notas, sobre todo cuando se imparte una metodología de evaluación continua en donde la calificación final es una suma (ponderada a veces) de varias calificaciones obtenidas a lo largo del curso.

❖ Tarima permite al alumno:

- Un conocimiento lo largo del curso de los mismos datos que dispone el profesor: calificación de exámenes, asistencias a clase, notas de clase, etc.
- Como ya hemos indicado antes, controla todo el complejo entramado de la gestión de exámenes, tanto a nivel de sencillas pruebas de clase, como a nivel de exámenes finales.

Por último, también queremos destacar el considerable ahorro que todo lo anterior supone para el departamento no sólo en tiempo (no hay que realizar convocatorias, listas de alumnos, lecturas, etc.), sino también desde el punto de vista económico ya que podemos prescindir del uso de papel en exámenes, fotocopias, etc.

La construcción de Tarima ha sido guiada por cuatro objetivos principales:

- Portabilidad.
- Facilidad de configuración y desarrollo.
- Bajo nivel de exigencias de hardware.
- Coste.

-
- Portabilidad.

Tarima debe poderse ejecutar en distintos sistemas operativos (windows, unix, ...) y en distintas plataformas hardware. Por tanto, se ha elegido para su desarrollo un lenguaje interpretado y capaz de ejecutarse en múltiples plataformas y sistemas: PHP. Para completar la portabilidad se ha utilizado un enfoque orientado a objetos, utilizando objetos de acceso a bases de datos que le permiten trabajar con múltiples bases de datos (las accesibles mediante ODBC, mySql, Oracle, ...).

Se ha elegido Apache como servidor web, ya que es el servidor más usado en Internet y funciona en sistemas Unix, Windows, VMS, ...

- Facilidad de configuración y desarrollo.

La combinación de PHP y orientación a objetos, junto con la utilización de plantillas HTML permite cambiar el diseño de las páginas sin tocar apenas ninguna línea de código. Pueden desarrollarse nuevas funciones con facilidad utilizando los objetos ya definidos.

- Bajo nivel de exigencias de hardware.

Tarima permite a cualquier profesor instalarlo en su ordenador personal para dar servicio al conjunto de los alumnos de su asignatura. La exigencia más restrictiva es la memoria RAM, necesitando disponer de más de 96MB para un rendimiento aceptable, aunque son aconsejable mayores cantidades.

- Coste.

En definitiva los objetivos anteriores desembocan en un bajo coste de la puesta en marcha de Tarima, ya que: el interprete de PHP es gratis, el servidor Apache también, pueden usarse bases de datos gratuitas como mySql o Postgres, la memoria RAM ha

bajado suficientemente de precio pasando a ser un componente alcanzable para cualquier bolsillo.

3.3.- Respuesta del alumno.

Hemos defendido desde el principio de este trabajo la participación del alumno en todo el proceso docente. Es lógico que nos preocupemos en conocer su grado de satisfacción frente al método empleado.

En este sentido, proporcionamos al alumno varias vías de comunicación con el profesor a través de la red, además de, por supuesto, la comunicación presencial.

Por un lado, el alumno conoce nuestras direcciones de correo electrónico, pudiendo hacer uso de ellas cuando quieran para cualquier consulta puntual. Hemos de resaltar que esta vía de comunicación la utilizan preferentemente cuando ya no estamos en periodo de clases y tienen alguna duda específica o quieren información sobre algún detalle del examen (aula en la que se celebrará, horarios, etc.)

También les proporcionamos en nuestro servidor un apartado denominado “Libro de Visitas”, el cual se puede entender como un libro de sugerencias o reclamaciones, en el cual pueden realizar cualquier comentario, de forma anónima, que deseen sobre nuestra asignatura y se contesta de manera pública en la misma sección. Aquí recibimos sobre todo sugerencias sobre el desarrollo de las clases, si necesitan más horas de prácticas de una determinada materia, alguna consulta sobre la programación, etc, información que utilizamos para perfeccionar el sistema posteriormente.

Por último, al final del cuatrimestre realizamos una encuesta, en la cual pueden valorar de forma numérica los siguientes items:

- Desarrollo de las clases teóricas.

-
- Desarrollo de las clases prácticas.
 - Exámenes.
 - Uso de Internet.
 - Su profesor(a).

Además, en cada ítem pueden añadir los comentarios que estimen oportunos y una vez procesados dichos datos pasan a su disposición a través del servidor para que conozcan la opinión media del alumnado de dicha asignatura frente a esos aspectos.

4.- CONSIDERACIONES FINALES.

El trabajo expuesto se basa en la experiencia realizada durante varios años en algunas asignaturas de la Diplomatura en Ciencias Empresariales y en la Licenciatura de Administración y Dirección de Empresas y afirmamos con satisfacción que la experiencia nos está resultando altamente positiva al profesorado que la ha impartido. Debemos resaltar la cantidad de trabajo que conlleva la puesta en marcha de este método de enseñanza, empezando por la confección de los cuadernos de las lecciones, conocimiento del programa MATHEMATICA, formación y actualización de la página WEB, tanto en exámenes realizados, como en sus soluciones, calificaciones, etc., pero el alto interés mostrado por los alumnos que han seguido el curso, así como los resultados obtenidos lo compensa. Así, hemos contrastado que los alumnos que han seguido la metodología expuesta, en su gran mayoría, han adquirido los niveles suficientes exigidos por el departamento, tanto en el desarrollo de las clases como en los resultados finales; hay que resaltar también que es cierto que se exige un esfuerzo mayor por parte del alumno día a día, ya que el típico alumno que asistía a clase para “copiar” apuntes no tiene nada que hacer con esta nueva perspectiva si no ha leído antes y trabajado la lección correspondiente.

Frente a todo esto, y teniendo en cuenta las posibilidades que surgen con el auge que las redes están tomando, los autores de este trabajo proponemos a la comunidad educativa en materias afines los puntos siguientes:

- ⇒ Animar a los docentes en esta disciplina y en otras análogas que utilicen el programa MATHEMATICA como herramienta de trabajo, a establecer enlaces entre sus páginas para que nuestros alumnos dispongan de acceso a otros centros de enseñanza y los profesores podamos enriquecernos con una actualización de nuestros conocimientos.
- ⇒ Poder establecer a partir del punto anterior una fluida comunicación profesores ⇔ alumnos a partir de la cual puedan surgir comunicaciones vía correo electrónico, foros de discusión, etc. Piénsese en el interés que supone para nosotros el compartir experiencias, funciones que han desarrollado otros, programas de libre distribución de carácter docente, etc.
- ⇒ Búsqueda bibliográfica: Internet está haciendo cada día mas fácil la búsqueda de trabajos específicos, los cuales pueden estar a disposición de los interesados “dejándose llevar” por programas que son cada vez mas completos. La existencia en nuestros servidores de una bibliografía actualizada que pueda ser consultada por profesores y alumnos de forma instantánea facilitará el estudio de los programas.

Es por ello por lo que ponemos a disposición de la comunidad educativa no sólo el servidor ya aludido sino nuestros conocimientos sobre la materia con el único fin de servir a los que se acercan a nuestras aulas para aprender.

No queremos terminar sin señalar que si bien este proceso nos ha llenado de satisfacción a los participantes actuales, para cualquier otro docente que se anime a realizar una experiencia de este tipo, señalamos a modo de resumen, que los requisitos mínimos que debe cumplir un proyecto de este tipo son, según nuestro entender, los siguientes:

-
1. voluntariedad tanto por parte de los alumnos como de los profesores.
 2. continuidad por parte del alumnado: los alumnos han de comprometerse a seguir esta metodología en tres asignaturas del actual plan de estudios situadas en los tres primeros cuatrimestres de su licenciatura.
 3. continuidad por parte del profesorado: el departamento ha de permitir que el profesorado que trabaje en este proyecto comparta durante un tiempo mínimo de 2 cursos académicos las tareas docentes.
 4. evaluación externa: el trabajo desarrolla controles externos tanto al grupo de profesores como al de alumnos que permitan evaluar la investigación.

5.- BIBLIOGRAFÍA.

Adell, J. (1997): "Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías la información". EDUTEC.

Amillo, J. y otros (1997): "La informática desde la perspectiva de los educadores" Vol.2. Alonso M. y Gallego, D. (eds.). Los sistemas de computación matemática en el aula: la evaluación. Madrid. UNED.

Calderón M.,S.; G. Pareja, A.; Hidalgo S.,R. (1997): "Aportación de algunas técnicas en un entorno de MATHEMATICA en la enseñanza de la Programación Lineal y la Teoría de Grafos". II Congreso de MATHEMATICA. Madrid.

Calderón M.,S.; G. Pareja, A.; Hidalgo S.,R. (1998): "Utilización de redes informáticas para la mejora de la enseñanza de Investigación Operativa". VI Jornadas de ASEPUMA. Santiago.

Cruz, G.A. y Pavón, F.(1998): "La comunicación a través del correo electrónico en el ámbito de la educación", en Pérez, R. (Coord.): *Educación y Tecnologías de la Comunicación*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo.

G. Pareja, A.; Calderón M.,S.; Galache L.,T.; Hidalgo S.,R.; Torrico G.,A (1996): "Aportación docente en la resolución de un problema de producción en un entorno de MATHEMATICA". II Congreso de MATHEMATICA. Valencia.

G. Pareja, A.; Calderón M.,S.; Galache L.,T.; Luque G.,M.; Torrico G.,A. (1997): "La enseñanza de la Programación Matemática en un entorno informático. Experiencias, resultados y proyectos". V Jornadas de ASEPUMA. Málaga

G. Pareja, A.; Calderón M.,S.; Galache L.,T.; Luque G.,M.; Torrico G.,A. (1997): "El ordenador en el proceso enseñanza-aprendizaje de las asignaturas Matemáticas Empresariales I y II". V Jornadas de ASEPUMA. Málaga

G. Pareja, A.; Calderón M.,S.; Galache L.,T.; Torrico G.,A. (1997): "Avance curricular en el proceso enseñanza-aprendizaje de la investigación operativa bajo un entorno informático". III Congreso EDUTEC. Málaga.

G. Pareja, A.; Calderón M.,S.; Hidalgo, R.; Caballero, R.; Cobo, A.; Ordoñez, J. (1999): "Mathematica. Programación matemática en la economía y la empresa". Editorial Ra-Ma.

G. Pareja, A.; Calderón M.,S. (1999): "Las enseñanzas presencial y virtual en una disciplina de matemáticas aplicadas a la economía". VII Jornadas de ASEPUMA. Valencia.

G. Pareja, A.; Calderón M.,S.; Hidalgo, R.; Romero, C. (2000): "Evaluación continua en la enseñanza presencial en Internet". VIII Jornadas de ASEPUMA. Sevilla.

Luzón Encabo, J.M. (1997): "La informática desde la perspectiva de los educadores". Vol. 1. Alonso, M. y Gallego, D. (eds.) Internet: un nuevo espacio educativo. Madrid: UNED.

Montesinos, A. (1998): "El uso didáctico del correo electrónico en la enseñanza

superior", en Cebrian, M. y otros (Coord.): *Materiales para la Innovación Educativa con Nuevas Tecnologías*. EDUTEC'97. Universidad de Málaga.

Sala, R.; Cobo, A.; G. Pareja, A. (1999): "Publicaciones electrónicas en la enseñanza e investigación de las matemáticas aplicadas a la economía y la empresa". *Rect@*. Vol. 1.

Salinas Ibañez, J. (1999): "Enseñanza flexible, aprendizaje abierto. Las redes como herramientas para la formación". EDUTEC.