

Una experiencia de Enseñanza Asistida por Ordenador*

Alfredo Méndez Alonso

PARA UNA PRIMERA etapa de recogida de información, sobre los alumnos que participaron en las experiencias, se utilizaron diferentes pruebas (analizadas en *Descripción de la experiencia*), y teniendo como base dichas pruebas y el conocimiento de los profesores que impartían clase, fueron seleccionados los diferentes grupos experimentales (los que aprenderían los temas a través de los programas tutoriales).

Los alumnos seleccionados para recibir la enseñanza a través de los programas informáticos rellenaron un cuestionario sobre diversas facetas relacionadas con «la informática». Cabe destacar que los alumnos mostraban poco interés respecto de estos temas, en contra de la sensación generalizada de que las nuevas tecnologías interesan a la mayoría de los adolescentes.

Pese a la falta de interés por aplicaciones informáticas relacionadas con la enseñanza/aprendizaje, la experiencia fue acogida favorablemente, incluso con entusiasmo, seguramente por la novedad. Pero esta motivación inicial fue decayendo poco a poco. La razón que mencionaban los alumnos era la preocupación ante el fracaso en las notas, pero yo creo que también existía una gran inseguridad al enfrentarse ante conocimientos nuevos y de una forma diferente.

Finalizadas las experiencias y transcurridos unos días para que los estudiantes pudieran repasar los conceptos estudiados con los dos tratamientos de enseñanza, se realizaron las pruebas finales de conocimiento, que fueron diseñadas por los profesores de secundaria que participaban en la experiencia.

También merece la pena destacar que los alumnos que realizaron la experiencia con herramientas informáticas se

En este trabajo se pretenden mostrar los resultados de una experiencia que se realizó con el objetivo principal de valorar la efectividad del ordenador como recurso didáctico, en relación con la enseñanza clásica de la lección magistral, contrastando así la validez de unos programas referidos a unidades didácticas que pretendían la comprensión de conceptos matemáticos. También se muestran análisis adicionales y algunas características que se deberían de tener en cuenta a la hora de diseñar herramientas informáticas con fines educativos.

* Este trabajo está elaborado con los datos del Proyecto C9548595 de OTT de la UPM subvencionado por la Secretaría General de Educación y Formación Profesional del MEC.

dieron cuenta de que apreciaban mucho la labor del profesor en el aula, ya que no sólo era capaz de resolver dudas sobre aspectos del tema que se explicaba, además relacionaba dichos contenidos con otros anteriores y de otras asignaturas.

Se recoge aquí una explicación de la fase de intervención, así como de todos los problemas que se presentaron.

Con los resultados obtenidos y tras el análisis de las experiencias y los primeros resultados, se detectaron los inconvenientes producidos en la experiencia y las posibles mejoras que se podían hacer en los programas utilizados. De todo ello se da cuenta en este artículo en las secciones *Análisis estadístico de los datos, Estudio comparativo de la experiencia y Sugerencias.*

Descripción de los programas utilizados

Los programas informáticos que consideramos fueron aquellos que se podían encontrar sin dificultad en tiendas de informática no excesivamente especializadas, y en establecimientos como grandes superficies. Analizamos material didáctico presentado en el *III Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica*, celebrado en Madrid, donde se exhibieron diversas herramientas de software que, si bien no estaban orientadas a los temas objeto del estudio, nos sirvieron para conocer las características y los problemas que suelen aparecer en este tipo de aplicaciones, indicándonos las posibles modificaciones que se deberían considerar para su mejora. También participamos en un grupo de trabajo del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid, donde se analizan diversas herramientas informáticas orientadas a la enseñanza de materias específicas del campo de las Matemáticas en la universidad, grupo de trabajo que continúa en la actualidad, aunque en general el material tiene un nivel considerablemente superior al que deseábamos. Con el fin de completar el trabajo de recogida de información se realizaron diversas búsquedas a través de Internet.

De las aplicaciones disponibles seleccionamos dos, que se presentaron en sendos Trabajos Fin de Carrera desarrollados bajo la tutela de la Profesora D.^a Rosario Franco, adscrita al Departamento de Matemática Aplicada de la EUIT de Telecomunicación. Los programas informáticos que se eligieron para las experiencias fueron el trabajo fin de carrera titulado *Estudio de funciones* (Villalba, 1998), y el proyecto fin de carrera titulado *La derivada: concepto y aplicaciones* (Aguirrebeña, 1997), si bien tuvimos que hacer pequeñas modificaciones para adaptarlos a los niveles educativos de los alumnos que realizarían las experiencias.

Con los resultados obtenidos y tras el análisis de las experiencias y los primeros resultados, se detectaron los inconvenientes producidos en la experiencia y las posibles mejoras que se podían hacer en los programas utilizados.

En las aulas de informática del instituto, donde se desarrolló la experiencia, los ordenadores no tenían lector CD-Rom, lo cual era una limitación muy importante a la hora de elegir los programas tutoriales de intervención, por lo que el soporte del software son disquetes; los dos programas tratan el área concreta de las matemáticas que se deseaba experimentar, esto representaba una ventaja para el alumno que realizaba la experiencia, ya que, en el caso de utilización de otros programas hubiera tenido que recibir instrucciones de localización y hubiera perdido tiempo en buscar el contenido concreto.

Descripción de la unidad didáctica La derivada: concepto y aplicaciones

Los objetivos generales son:

1. Que la unidad didáctica sirva como una alternativa a las clases tradicionales.
2. Aprendizaje del concepto de derivada y sus aplicaciones de forma amena y fácil de entender a través del ordenador.
3. Interfaz amigable, es decir mecanismo de comunicación entre el usuario y el sistema que permita acceder fácilmente a cualquier parte de la aplicación, seleccionar temas o conceptos que desee estudiar, siempre apoyado con imágenes, fondos y gráficos que motiven al alumno a estudiar la unidad didáctica.
4. Que la unidad didáctica sirva de introducción a las nuevas tecnologías y a las posibles unidades didácticas posteriores.

Los objetivos específicos son:

1. Calcular la tasa de variación media e instantánea distinguiéndolas.
2. Calcular la derivada de una función en un punto.
3. Analizar el concepto de derivada de una función en un punto.
4. Interpretar geoméricamente la derivada de una función en un punto.

- Calcular derivadas sucesivas de una función.
- Manejar el álgebra de derivadas.
- Relacionar los conceptos de derivada y continuidad de una función en un punto. Para lo cual, los contenidos se agrupan en temas independientes entre sí, y el orden en que aparecen son los que podemos ver en la figura 1.

Cada tema contiene:

- Gráficas que permiten dotar a los temas de dinamismo, vistosidad y colorido. Es un elemento importante para el proceso de aprendizaje de los diferentes conceptos que aparecen en la unidad y hace que éste sea lo más ameno y divertido posible (ver figura 2).
- Problemas resueltos que sirven al alumno para comprender los conceptos matemáticos estudiados y estructurados en tres partes: enun-

Toda la unidad se estructura a través de una pantalla donde reside el menú principal de la aplicación...

ciado, planteamiento y solución. El alumno puede retrasar el planteamiento o la solución del problema hasta que él lo haya intentado realizar.

- Anexo de problemas prácticos. Al final de todos los temas, hay una colección de problemas donde el alumno puede seguir mejorando y aplicando los conocimientos adquiridos en el estudio de la unidad. No tienen solución para obligar al alumno a resolverlos. Son problemas eminentemente de cálculo.
- Anexo de problemas para aplicar. Aquí, para resolverlos, se deben aplicar todos los conceptos aprendidos hasta el momento en los diferentes temas de la unidad. No están resueltos y son más complicados que los anteriores.
- Anexo de cuestiones teóricas, cuyo objetivo consiste en mostrar al alumno aquellos aspectos relativos al desarrollo teórico más importante de los conceptos matemáticos que ha aprendido.

En la unidad teórica aparecen otros anexos que son Reglas de Derivación y Derivadas de funciones elementales.

El lenguaje de programación elegido es Microsoft Visual Basic, ya que permite la creación de aplicaciones bajo entorno Windows consiguiendo que la aplicación sea compatible con estos sistemas operativos. Toda la unidad se estructura a través de una pantalla donde reside el menú principal de la aplicación, y en todas las pantallas está disponible una pantalla de ayuda sencilla, que permite conocer en todo momento qué es lo que se puede hacer en las pantallas de la unidad. También esta pantalla explica el funcionamiento de los botones que están presentes en cada pantalla.

Descripción de la unidad didáctica Estudio de funciones

Los objetivos generales son:

- Que la unidad didáctica sirva de introducción a este tipo de tecnologías.
- Que la unidad didáctica sirva como una alternativa a las clases impartidas con el método tradicional.
- Enseñar el concepto de función de forma amena y fácil de entender a través del ordenador.
- Interfaz amigable, que permita acceder fácilmente a cualquier parte de la aplicación, seleccionar temas o conceptos que desee estudiar, siempre apoyado con imágenes, fondos y gráficos que motiven al alumno a estudiar la Unidad Didáctica.

Mientras que los objetivos específicos son:

- Identificar y calcular el dominio y la imagen de una función dada.

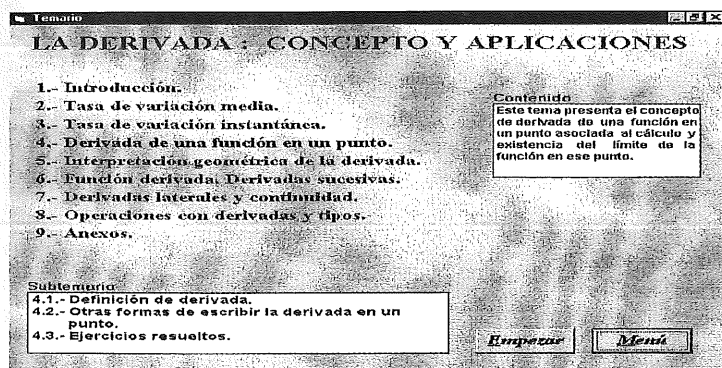


Figura 1

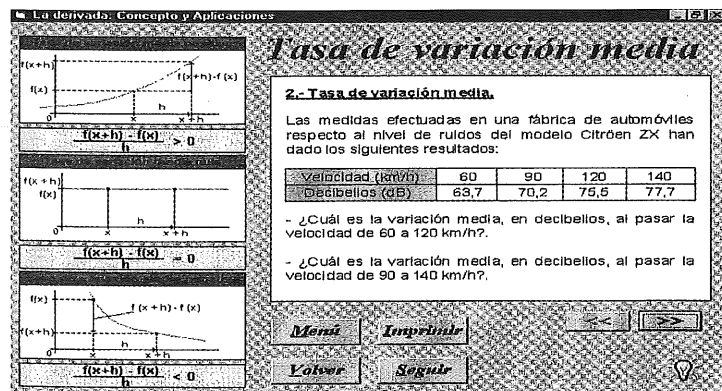


Figura 2

2. Reconocer mediante su gráfica las propiedades básicas de las funciones.
3. Operar con funciones.
4. Representar funciones elementales.
5. Reconocer y usar las funciones elementales.
6. Conocer las propiedades de las funciones elementales.

Cada uno de los siguientes conceptos forman un tema dentro de la unidad didáctica. Los temas son:

- Concepto de función. Dominio e imagen de una función. Representación de funciones. Determinación de funciones. Operaciones con funciones.
- Propiedades básicas de las funciones: simetría, periodicidad, acotación, y crecimiento y decrecimiento.
- Funciones elementales: polinómicas, racionales, trigonométricas, hiperbólicas, exponencial y logarítmica.
- Test de autoevaluación

Cada tema contiene:

1. Gráficas, para explicar con mayor claridad tanto los conceptos como los ejemplos y los ejercicios del tema. Son un elemento muy importante en esta unidad debido al tema que se estudia, pues muchas funciones se pueden definir a través de su gráfica.
2. Ejemplos, que apoyan las explicaciones de los conceptos del tema y ayudan a su comprensión.
3. Ejercicios, en los que se mostrará el enunciado únicamente y tras un tiempo adecuado, suficiente para que el alumno haya intentado realizar el ejercicio por su cuenta, se muestra su resolución.

Al final de la unidad hay un test de autoevaluación dividido en test teórico y test práctico. Cuando se realiza el test teórico se van mostrando de una en una, 50 cuestiones teóricas y se da al usuario la opción de que conteste verdadero o falso dentro de un tiempo determinado. Si el usuario contesta correctamente al menos 35 cuestiones, entonces se considera *apto* y pasa a ser evaluado por el test práctico. Si no alcanza los 35 aciertos finaliza el test, se le comunica que no ha alcanzado un nivel de conocimientos mínimos. Cuando se realiza el test práctico, en la ventana se van mostrando las diferentes cuestiones con las opciones correspondientes (A, B, C...) para que el usuario pueda elegir la correcta. Al acabar el test práctico, cada acierto se valora con 0,25 puntos y se le comunica al alumno la nota obtenida.

Al igual que el otro programa de intervención, está realizado con Microsoft Visual Basic, pero en este caso la unidad didáctica se estructura en forma de ventanas pues así se facilita enormemente la organización de los distintos contenidos matemáticos. Un ejemplo de pantalla es la figura 3.

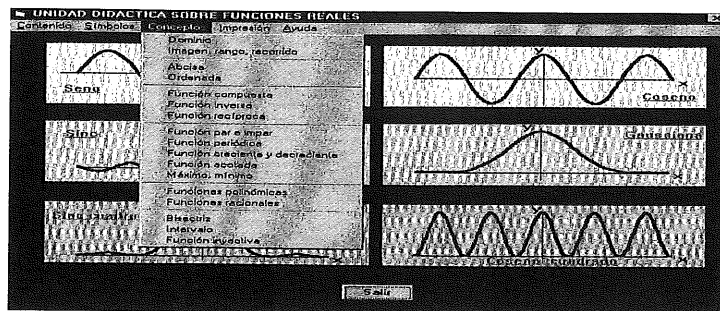


Figura 3

*Al final
de la unidad
hay un test
de autoevaluación
dividido
en test teórico
y test práctico.*

La «barra de menús» consta de los siguientes menús:

- *Menú contenido*, que variará según la ventana donde aparezca y se utilizará para que el usuario pueda desplazarse por las diferentes ventanas de los diversos contenidos matemáticos.
- *Menú símbolos*, es un menú que será siempre igual para todas las pantallas de la unidad y contiene los diferentes símbolos utilizados en la unidad.
- *Menú conceptos*, es un menú que es igual en todas las pantallas de la unidad donde aparece. Contiene en sus opciones los conceptos más utilizados en la unidad. Cuando el usuario elija un concepto, se mostrará en pantalla un mensaje que exponga una definición breve y clara del concepto solicitado.
- *Menú impresión*, es un menú que será siempre igual para todas las pantallas de la Unidad donde aparezca.
- *Menú ayuda*, que incluye opciones sobre aspectos generales de la aplicación, sobre el significado de los diferentes símbolos que aparecen, sobre los conceptos, sobre las opciones de impresión y sobre el funcionamiento del programa.

Descripción de la metodología utilizada

Para la realización de la experiencia se eligieron cuatro grupos de diferentes clases: uno de 4.º de ESO, uno de 1.º de

Bachillerato de Ciencias Sociales y dos de 1.º de Bachillerato de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud, cada uno de ellos bajo la responsabilidad de un profesor de secundaria.

Después de haber sido elegido el software con el que se iban a realizar las prácticas, se realizaron las oportunas variaciones en ellas para adaptarlas a los niveles educativos. Se optó porque cada profesor de los cursos considerados impartieran los temas con los mismos contenidos teóricos, nomenclatura y ejemplos que los que estudiaran los alumnos del grupo experimental.

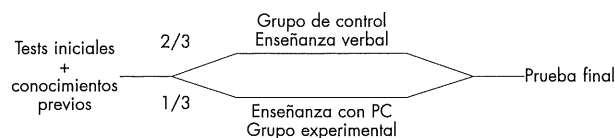
Por los temas elegidos, se decidió que el programa referente a funciones sería sobre el que realizarían las pruebas los alumnos del curso 1.º B de Bachillerato LOGSE modalidad de Ciencias Sociales y Humanidades, y el curso de 4.º de ESO de Matemáticas opción B. Los alumnos de los cursos 1.º D y 1.º E, de primero de Bachillerato LOGSE, modalidad de Ciencias de la Naturaleza y la Salud, seguirían sus prácticas con el programa sobre derivadas.

Por la naturaleza de los temas a tratar y la cantidad del programa que se debía haber impartido, hasta el comienzo de la toma de datos, se decidió realizar las prácticas a la vuelta de las vacaciones de Semana Santa.

Cada aula informática del instituto contaba con diez puestos individuales, por lo que tan sólo podíamos seleccionar a diez alumnos de cada curso para el grupo experimental, lo que implicaba que al final del experimento tendríamos pocos elementos para evaluar. Con tan poca cantidad de muestras consideramos la posibilidad de dos personas por puesto, pero además de las distracciones que podrían sufrir, al final de la experiencia no podríamos saber si los alumnos del grupo experimental aprendían del compañero o de la aplicación que utilizaban.

Cada curso fue dividido en dos grupos: el grupo de control, que recibía la enseñanza de tipo tradicional y que constituía aproximadamente, las dos terceras partes del total; y el grupo experimen-

tal, que recibía la enseñanza, exclusivamente, a través de las herramientas informáticas mencionadas y que eran diez alumnos de cada grupo, aproximadamente la tercera parte del curso. Por lo que las prácticas seguirían el siguiente diagrama:



Los datos que recopilamos fueron:

1. Nota media de todas las asignaturas de la evaluación inmediatamente anterior a la realización del experimento, se denota por *Nota previa*.
2. Un test de inteligencia, modelo Test D-70 de Dominós, de Kowrousky y Rennes. Dicho test mide la capacidad de abstracción, la comprensión de relaciones y la capacidad de acomodación conceptual. A la variable la llamamos *Test de inteligencia*. Se incluyó para tener una observación comparativa de los alumnos de dichos cursos con el resto de la población de la misma edad, y resultó ser una observación adicional de cada alumno que no quedaba reflejada en las otras variables.
3. Un examen de conocimientos previos, que se realizó en cada grupo individualmente, y que llamamos *Conocimientos previos*. Estas pruebas fueron elaboradas y calificadas por el profesor de cada curso.
4. Un test de *Actitud ante la informática*, que fue rellenado por los alumnos del grupo experimental de cada curso, y cuyos resultados se agruparon en las variables «se ha tenido contacto con la informática», «el ordenador facilita el aprendizaje», «el ordenador es ameno, entretiene», «el alumno siente interés por la informática», «se tiene curiosidad por las aplicaciones informáticas» y «se está en desacuerdo con la informática didáctica». Este test está concebido teniendo como base otro elaborado por los profesores del departamento universitario y que se había utilizado anteriormente para un proyecto de informática educativa en la UPM.
5. Un examen final común en cada grupo, referido a los temas desarrollados, que llamaremos *Calificación final*. Los profesores que elaboraron las cuestiones de un curso no impartían clase en él, si bien los exámenes de cada curso los corregía el profesor encargado del mismo.
6. Una Guía de observación de los programas utilizados, que realizaron únicamente los alumnos de los grupos experimentales. Dicho test constaba de 25 preguntas con 5 respuestas cada una y de una pregunta abierta. Este dato fue fundamental para la evaluación del software utilizado como recurso didáctico.

Después de haber sido elegido el software con el que se iban a realizar las prácticas, se realizaron las oportunas variaciones en ellas para adaptarlas a los niveles educativos.

Se pensó en realizar otras actividades, que una vez analizadas no fueron tenidas en cuenta. De entre ellas citaremos dos:

- a) Dar a cada alumno del grupo experimental fotocopias de la parte que se debía estudiar cada día. Se desestimó por considerar que era un refuerzo que no tenían los grupos de control.
- b) Repartir entre todos los alumnos de cada curso una colección de problemas. Dichos problemas se corregirían en clase y, a los alumnos del grupo experimental, se les entregarían fotocopias con las correcciones. También se desechó la idea, ya que al final no evaluaríamos los conocimientos adquiridos mediante las herramientas informáticas.

Estos grupos fueron informados detalladamente de la experiencia que se quería realizar y de qué forma se haría. La experiencia fue acogida, en general, con entusiasmo. *El grupo de 4.º*, seguramente el más heterogéneo en cuanto al alumnado, no presentó ningún temor al uso del ordenador, ya que la mayoría habían cursado o estaban cursando la asignatura de Informática. Ningún alumno de este grupo rechazó la posibilidad de ser elegido para acudir a la sala de ordenadores en lugar de permanecer en su aula habitual de Matemáticas.

Los dos primeros cursos de *Bachillerato de Ciencias* acogieron igualmente la experiencia con entusiasmo, si bien demostraron una cierta inquietud por saber cómo iban a ser elegidos los alumnos que estudiarían la unidad didáctica con el PC. Se les informó, igual que al resto de los grupos, que se haría un sorteo que sería inapelable, con el fin de evitar sesgos de ningún tipo y tener una muestra representativa. Quizás el grupo más reticente a aceptar la experiencia fue el de *1.º de Bachillerato de Ciencias Sociales*, probablemente por ser un grupo poco habituado al uso del ordenador, y tal vez su recelo hacía las Matemáticas, no sólo desde el punto de vista escolar, sino también a nivel particular. No obstante y a pesar de mostrar su deseo de permanecer en clase con su profesor, no hubo una gran oposición a aceptar el resultado del sorteo.

Como ya hemos indicado, antes del comienzo de la fase experimental realizamos una serie de tests y pequeños exámenes. En este período hay que destacar el alto grado de interés y colaboración que prestaron todos los alumnos de todos los grupos. Este interés, seguramente, se debía a la motivación que representa todo aquello que resulta novedoso.

Una semana antes del comienzo de la fase experimental del proyecto, se comunicó a los grupos quienes eran los diez alumnos que debían acudir a la sala de ordenadores durante su hora habitual de Matemáticas mientras durase la experiencia.

*En este período
hay que destacar
el alto grado
de interés
y colaboración
que prestaron
todos los alumnos
de todos
los grupos.
Este interés,
seguramente,
se debía
a la motivación
que representa
todo aquello
que resulta
novedoso.*

Era tiempo de realizar un nuevo test que mediría la actitud ante el ordenador de los alumnos que en breve se iban a sentar delante de un PC para estudiar el nuevo tema. Una vez más, estos alumnos contestaban al test con interés, pero sus ánimos se crisparon cuando supieron que el profesor que les acompañaría sería un nuevo tutor cuya misión era resolver los posibles problemas relativos a la forma de correr las aplicaciones, y algunas explicaciones respecto a la forma de utilizar la herramienta informática, eludiendo realizar cualquier tipo de aclaración sobre los contenidos matemáticos que aparecieron en las unidades consideradas. Esto suponía, desde el punto de vista de los alumnos seleccionados, un agravio comparativo con el resto de sus compañeros, por lo que se procedió a justificar este hecho explicándoles que precisamente se pretendía evaluar la eficacia de estos programas cuando un alumno los utiliza solo, frente a la enseñanza tradicional en el aula. A pesar de comprender los motivos, algunos siguieron mostrándose recelosos.

En las primeras sesiones hubo respuesta del alumnado en cuanto al trabajo personal, que fue decayendo porque ellos consideraban que no era suficiente para alcanzar los objetivos matemáticos del curso. No hemos de olvidar que este decaimiento aumenta según se avanza en el curso académico. La explicación era que los programas informáticos resultaban demasiado rígidos, por lo que era difícil la adaptación a la diversidad, y trajo como consecuencia que algunos alumnos podían seguir el software mientras que a otros les resultaba imposible; estos últimos alumnos echaban en falta el apoyo de un profesor que resuelve cuantas dudas matemáticas les surgen, y que con cierta regularidad hace una evaluación del alumnado y retoma los conceptos y procedimientos que no quedan demasiado claros.

Muchos alumnos ocuparon gran parte de su tiempo copiando en sus cuadernos la información teórica y los ejercicios del programa; les resultaba difícil asimilar los conceptos siguiendo única-

mente la lectura de la información en pantalla, sin un profesor que interpretase lo escrito.

Dada la proximidad del final de curso y a la vista de la cada vez más palpable angustia que se creaba en el grupo experimental, se decidió, salvo en el grupo de 4.º de ESO acortar un poco la fase experimental y comenzar cuanto antes el repaso en clase de lo estudiado, esta vez con el grupo completo, según estaba previsto.

Con la realización de un nuevo test de evaluación de los programas, por parte de los alumnos del grupo experimental, y de las diversas pruebas objetivas que cada profesor utilizó para la evaluación del alumnado, se dio por concluida la fase experimental.

En resumen, las dificultades surgidas se derivan básicamente bien de la falta de autosuficiencia del alumnado para estudiar una unidad didáctica solos, bien de la angustia que les crea el temor a un suspenso difícilmente recuperable en su opinión.

Análisis estadístico de los datos

El número de estudiantes considerados fue de 128, aproximadamente 32 por curso, de los cuales 40 de ellos constituyeron los cuatro grupos experimentales. Dadas las diferencias entre cursos, grupos y software empleado, los análisis que realizamos se subdividen en diferentes apartados. Primero analizamos las observaciones previas a la realización de la experiencia, después comparamos las calificaciones obtenidas en la prueba final y, por último, las opiniones del grupo experimental sobre el software empleado.

Los análisis estadísticos habituales sobre este tipo de experimentos incluyen una metodología de análisis de la varianza para estudiar los diferentes métodos de enseñanza, pero en este caso hemos preferido realizar, simplemente, un examen de los datos, aunque

cuando el tamaño de la muestra lo permite hemos añadido algún otro. Se puede argumentar que es necesario un análisis más formal, pero en este caso no nos parecía técnicamente correcto, ya que con muestras tan pequeñas es de dudosa validez la verificación de la hipótesis de que dicha muestra proviene de una población con distribución normal.

Análisis de los datos iniciales

Primero analizaremos los resultados de las tres primeras variables (*nota previa*, *test de inteligencia* y *conocimientos previos*). El resumen de dichos datos se presenta en la tabla 1, donde las primeras columnas describen el grupo y la variable, las siguientes sirven para describir un valor alrededor del cual se concentran los datos y el grado de concentración de los mismos, y el último grupo de columnas es para dar una idea de la forma en que se distribuyen.

Para que los alumnos de los grupos de control y experimental sean representativos de la misma población, utilizamos los datos de esta tabla, así como los gráficos box-plot (ver figura 4).

Grupo	Variable	N	Media	Mediana	Desviación típica	Rango	Asimetría estándar	Curtosis estándar
1.º B	Nota previa	33	5,417	5,5	1,051	4	-1,025	-0,016
1.º D	Nota previa	35	4,570	4,375	1,914	8	0,644	-0,952
1.º E	Nota previa	29	5,591	5,625	1,287	6	0,625	-0,220
4.º ESO	Nota previa	30	5,822	5,575	1,180	5	2,616	1,391
1.º B	Test de inteligencia	31	30,806	30	3,198	8	0,917	1,640
1.º D	Test de inteligencia	29	32,000	31	3,495	14	1,031	-0,296
1.º E	Test de inteligencia	28	31,607	31,5	3,107	14	-1,281	0,699
4.º ESO	Test de inteligencia	29	30,586	30	2,771	10	0,020	-0,827
1.º B	Conocimientos previos	32	2,969	3	1,596	6	0,360	-0,922
1.º D	Conocimientos previos	34	6,456	6,5	1,281	5	-0,353	-0,466
1.º E	Conocimientos previos	25	5,960	6	1,428	5	-0,797	-0,853
4.º ESO	Conocimientos previos	31	4,194	4	1,289	4	1,677	1,959

Tabla 1

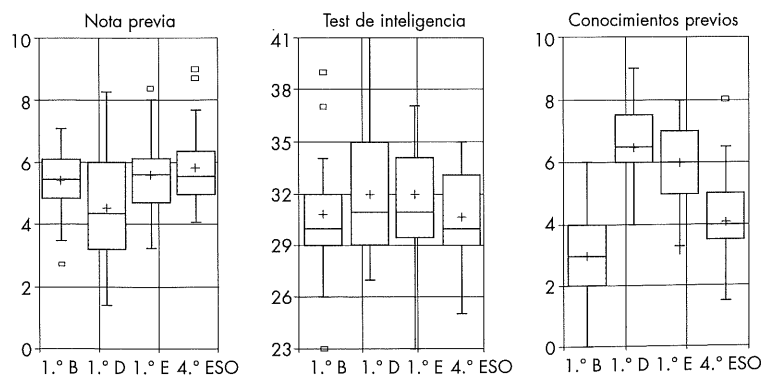


Figura 4

Como puede observarse no existen diferencias significativas entre los grupos considerados, salvo en el examen de conocimientos previos. En el Box-Plot de dicha variable se observa que la dispersión de las puntuaciones obtenidas es semejante entre todos los grupos, pero que las puntuaciones del grupo 1.º B son más bajas, y con mayor dispersión, que la del resto de grupos.

En las calificaciones de las notas previas se debe destacar la mayor dispersión en el grupo 1.º D, así mismo se observa que en los otros tres grupos aparecen estudiantes que destacan del grupo (uno en 1.º B, otro en 1.º E y dos en 4.º ESO).

A todos los alumnos, como ya hemos dicho, se les aplicó un test de Dominós. Se aprecia que no existen diferencias significativas, aunque hay dos sujetos que tienen cierta tendencia al alza dentro de su grupo (1.º B).

Ya hemos mencionado que, en general, no vamos a poder verificar la hipótesis de que las muestras provienen de poblaciones normales, puesto que el número de alumnos por grupo es muy reducido, pero sí hemos realizados gráficos que representan la distribución y la distribución normal que mejor las aproxima, para las tres variables (figura 5). Como puede verse, las notas previas son las que mejor se ajustan, y el test de inteligencia y las calificaciones del examen de conocimientos previos tienen discrepancias debido, fundamentalmente, a que dichas variables toman valores enteros. La simetría y la concentración de los datos nos permitirían aproximar dichas variables por distribuciones normales.

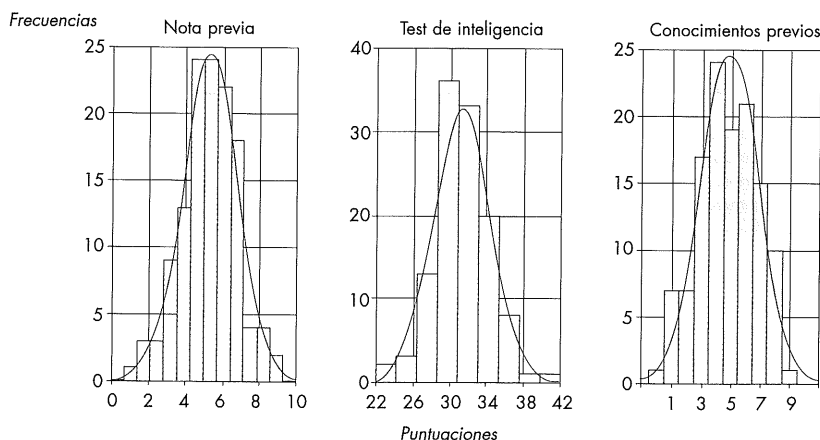


Figura 5

Comparaciones entre los grupos de control y experimental

Dadas las discrepancias entre los cuatro grupos decidimos que los alumnos del grupo experimental (un tercio del total del grupo), debían ser representativos del grupo al que pertenecían, por lo que se realizó una selección sobre

la base de las tres variables analizadas y contando con el conocimiento que tenía cada uno de los profesores del Instituto sobre el grupo al que impartía clase.

La primera comparación la hicimos con la variable *nota previa* y entre cada curso. Resumimos los datos de la variable *nota previa* en la tabla 2, donde todas las columnas contienen las mismas características reseñadas en la tabla 1, salvo la segunda columna que muestra el grupo de control o el grupo experimental y que el rango ha sido excluido por ser los grupos de diferente tamaño.

Curso	Grupo	N	Media	Mediana	Desviación típica	Asimetría estándar	Curstosis estándar
1.º B	Control	23	5,223	5,25	1,004	-0,959	0,666
1.º B	Experimental	10	5,862	6,187	1,147	-1,011	-0,336
1.º E	Control	25	4,432	4,125	2,067	0,68	-0,882
1.º E	Experimental	10	4,912	4,437	1,505	0,84	-0,81
1.º D	Control	29	5,59	5,625	1,287	0,625	-0,22
1.º D	Experimental	10	5,312	5,187	1,418	0,507	-0,063
4.º ESO	Control	30	5,822	5,575	1,179	2,616	1,391
4.º ESO	Experimental	9	4,961	4,95	0,483	-0,006	0,89

Tabla 2

También consideramos los diferentes gráficos box-plot (figura 6) y realizamos contrastes de hipótesis, pero no los incluimos aquí por no considerarlos suficientemente fiables.

Se observa que para los tres cursos de primero de Bachillerato los gráficos para el grupo de control y el grupo experimental son similares, los más parecidos son para el curso de 1.º E, y en los otros dos cursos parecen levemente superiores las calificaciones del grupo experimental. Sin embargo, en el curso de 4.º de ESO las conclusiones no son las mismas ya que las distribuciones de las notas previas presentan una desviación hacia valores superiores, tanto en el grupo de control como en el experimental, y la diferencia más notable surge al observar la concentración en las puntuaciones del grupo experimental. Con respecto a los alumnos del grupo de control de 4.º de ESO sólo podemos concluir que es bastante semejante al de

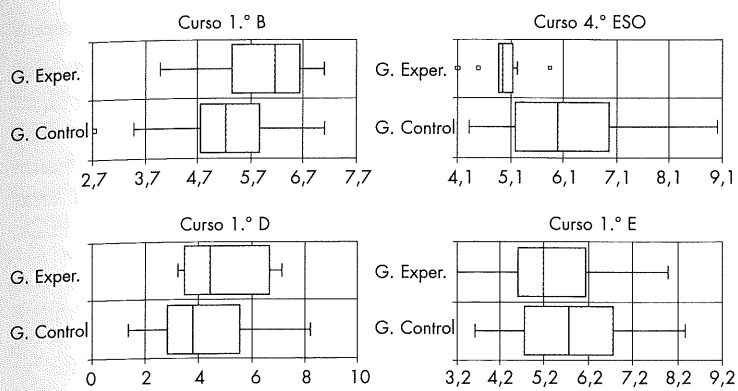


Figura 6

los grupos de primero, pero existen diferencias entre las distribuciones de las notas previas del grupo de control y del grupo experimental del 4.º curso de la ESO que supusimos debida al azar.

Realizando los mismos análisis para las puntuaciones obtenidas con el test modelo D-70, obtenemos la tabla 3, análoga a la anterior, y los gráficos box-plot para esta variable (figura 7).

Los datos de la tabla muestran que en todos los cursos las características entre el grupo experimental y el grupo de control son similares, conclusión que se hace extensiva al contemplar los gráficos box-plot. El curso de 1.º B es el que presenta mayor parecido entre los dos grupos, y con mayor simetría dentro de los mismos; en el curso de 1.º D existe asimetría indicando que las puntuaciones tienden a ser superiores a la media, en el curso de 1.º E existen asimetrías indicando que las puntuaciones tienden a ser menores que la media; por último, en el curso de 4.º ESO las puntuaciones muestran una dispersión que parece concentrar las puntuaciones alrededor de dos valores.

Para los datos recopilados sobre las notas de una prueba de *conocimientos previos* de las materias que se iban a desarrollar con las herramientas informáticas consideramos que había dos programas, diferentes exámenes y diferentes profesores que debían calificar, y, por los resultados conjuntos analizados, se podía pensar que esta variable era la

más subjetiva de las analizadas hasta ahora. Los datos aparecen en la tabla 4 y los gráficos box-Plot de cada curso en la figura 8.

Como puede verse las formas de agruparse los valores entre los dos grupos de cada curso son parecidas a las distribuciones de la variable *nota previa*. La conclusión fue que la distribución de las calificaciones del grupo de control y del grupo experimental eran similares, salvo en el curso 1.º E que no difiere en forma, pero sí en la concentración alrededor de valores altos del grupo experimental.

Curso	Grupo	N	Media	Mediana	Desviación típica	Asimetría estándar	Curtosis estándar
1.º B	Control	21	30,619	30,0	3,294	-0,101	0,778
1.º B	Experimental	10	31,2	30,5	3,120	2,5	2,951
1.º E	Control	20	32	31,5	3,811	0,972	-0,227
1.º E	Experimental	9	32	31	2,872	0,15	-0,934
1.º D	Control	28	31,607	31,5	3,107	-1,281	0,699
1.º D	Experimental	10	32,1	31,981	2,846	-1,142	-0,337
4.º ESO	Control	29	30,586	30,0	2,771	0,02	-0,827
4.º ESO	Experimental	8	30,25	29,5	2,712	0,389	0,321

Tabla 3

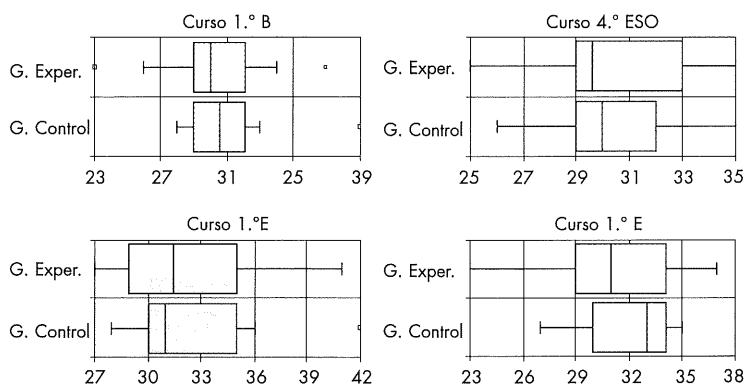


Figura 7

Curso	Grupo	N	Media	Mediana	Desviación típica	Asimetría estándar	Curtosis estándar
1.º B	Control	22	3,045	3	1,759	0,076	-0,951
1.º B	Experimental	10	2,8	2,5	1,229	0,602	-0,351
1.º D	Control	24	6,479	6,5	1,289	-0,298	-0,342
1.º D	Experimental	10	6,4	6,25	1,329	-0,227	0,059
1.º E	Control	25	5,96	6	1,428	-0,797	-0,853
1.º E	Experimental	7	6,857	7	1,069	-0,834	0,142
4.º ESO	Control	31	4,194	4	1,289	1,677	1,959
4.º ESO	Experimental	9	4,111	4	0,697	1,563	0,508

Tabla 4

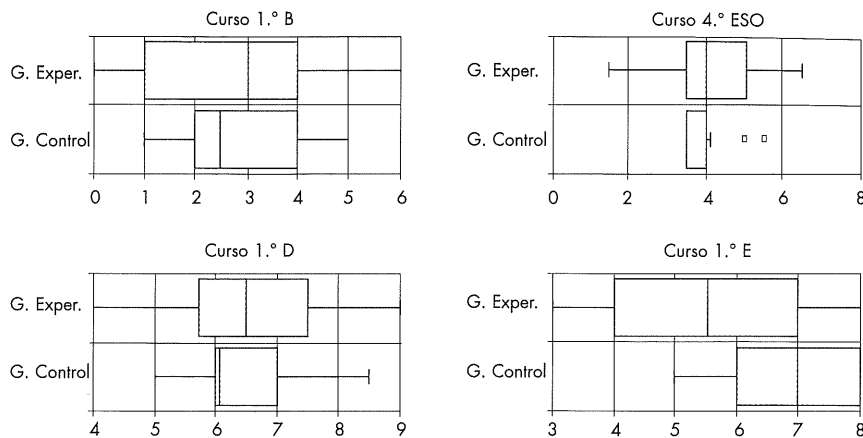


Figura 8

Actitud del grupo experimental ante la informática

Otra variable considerada fue la opinión que tenían los alumnos del grupo experimental sobre cuestiones referentes a la informática.

Para dicho estudio se consideraron 66 preguntas con cuatro posibles respuestas, «Muy poco de acuerdo», «Un poco de acuerdo», «Bastante de acuerdo» y «Muy de acuerdo», y que se agruparon en seis categorías —que definimos a continuación—, aunque algunas preguntas pertenecen a más de una categoría, por lo que estas variables no son independientes. Las características observadas fueron:

1. Tipo A. El alumno ha tenido contacto con la informática (26 preguntas).
2. Tipo B. El alumno considera que el ordenador facilita el aprendizaje (8 preguntas).
3. Tipo C. El alumno considera el uso del ordenador ameno y entretenido (13 preguntas).
4. Tipo D. El alumno siente interés ante la informática (12 preguntas).
5. Tipo E. El alumno siente curiosidad por las aplicaciones informáticas (30 preguntas).
6. Tipo F. El alumno está en desacuerdo con el uso del ordenador en aspectos didácticos (14 preguntas).

Las principales características las resumimos en la tabla 5, que contiene las mismas columnas que otras tablas precedentes, y donde hemos incluido el rango por tener todas las variables el mismo tamaño.

Incluimos el gráfico Box-Plot de todas las variables definidas, considerando las opiniones de los alumnos de todos los grupos experimentales (figura 9).

Merece la pena destacar que no existe semejanza entre los seis tipos considerados, ya que ninguna distribución tiene

sus parámetros similares a los de otra.

En cuanto al contacto que habían tenido con la informática existía una bipolarización entre el 40 % de los alumnos que afirmaban que no habían tenido contacto y que el 53 % afirmaba estar bastante de acuerdo en haber tenido contacto con la informática.

Referente a su opinión sobre si la informática facilita el aprendizaje, se observa que la concentración de los datos se produce alrededor de los dos valores centrales —37 % para el menor y el 33 % para el mayor—, pero la diferencia con respecto de la categoría A es que no se bipolarizan, sino que el 70 % de las observaciones se reparten en valores altos.

La opinión mayoritaria es que el uso del ordenador no es ameno: el 53 % en torno a valores de muy poco de acuerdo, y poco de acuerdo el 27 %. También se destacan unas posturas muy radicales, por las que algunos alumnos consideraban el uso del ordenador muy ameno y divertido.

La mayoría de las respuestas, el 70 %, indicaban poco, o escaso, interés por parte de los alumnos respecto a temas relacionados con la informática, si bien existían posturas de mucho interés hacia estos temas, más o menos los mismos alumnos que consideraban el uso del ordenador ameno.

Categoría	N	Media	Mediana	Rango	Desviación típica	Asimetría estándar	Curtosis estándar
Tipo A	30	2,16	2,36	2,00	0,58	0,21	-1,17
Tipo B	30	2,22	2,27	2,13	0,61	-1,09	-0,77
Tipo C	30	1,88	1,69	2,50	0,7	2,42	0,51
Tipo D	30	1,89	1,75	2,25	0,56	2,95	1,87
Tipo E	30	2,21	2,24	1,92	0,51	0,17	-0,77
Tipo F	30	1,82	1,79	1,64	0,34	1,32	1,15

Tabla 5

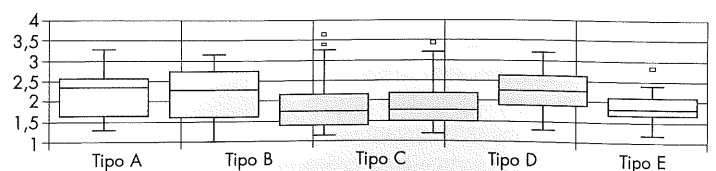


Figura 9. Actitud ante la informática

Respecto a la curiosidad que sentían ante aplicaciones informáticas, debe destacarse que es la variable que más cuestiones tenía en el test, por lo que se disponía de más datos para formar la opinión, pero la distribución de las opiniones es más simétrica que las demás y a la vez la de mayor variación en las respuestas; es la más parecida a una distribución normal.

Por último, la característica de que el alumno estaba en desacuerdo con el uso del ordenador en aspectos didácticos, tenía la vertiente de saber su opinión sobre este tema y, además, comprobar si el test había sido contestado coherentemente. No detectamos ninguna discrepancia severa en las contestaciones, y comprobamos que la distribución de las respuestas era aproximadamente simétrica. Confirmamos que las personas que sentían curiosidad ante aplicaciones informáticas estaban de acuerdo, con reparos, en la utilización didáctica de este tipo de herramientas, mientras que los alumnos que no tenían esta curiosidad estaban en desacuerdo con los fines didácticos del software especializado.

Análisis de las calificaciones finales

Es la última variable recopilada para todos los alumnos y con la que pretendíamos comparar los dos métodos de enseñanza.

El estudio se realiza sobre las calificaciones de un examen común en cada curso, si bien de cada curso dicho examen fue diferente y calificado por profesores diferentes, por lo que cabe esperar que las distribuciones de las notas en cada curso sea diferente. Los exámenes de cada curso fueron elaborados por profesores que no impartían clase en dicho curso, para evitar en alguna medida la influencia subjetiva del profesor del curso.

Analizaremos además, unas pruebas de verdadero/falso y multi-respuesta que realizaron exclusivamente los alumnos del curso de 1.º B.

Características generales

En primer lugar consideramos el conjunto de todas las calificaciones finales de todos los alumnos y de todos los cursos. Mostramos las gráficas box-plot y de proximidad a una distribución normal, donde la distribución tiene media 4,66 y desviación típica 2,22 (figura 10).

La distribución de las calificaciones es asimétrica y no se ajusta mal a una distribución normal, pero al ser exámenes diferentes, la única conclusión es que el conjunto de todas las calificaciones parecen comportarse normalmente y con calificaciones concentradas en valores centrales. Realizamos, a continuación, un análisis comparativo entre las calificaciones finales de cada curso, cuyas principales características estadísticas las resumimos en la tabla 6.

También consideramos los gráficos box-plot entre los cuatro cursos y los dos programas (figura 11).

Como puede apreciarse no existen analogías entre los cursos ni entre los temas de estudio, pero tampoco existen diferencias exageradas entre ellos. Si se realizan análisis de

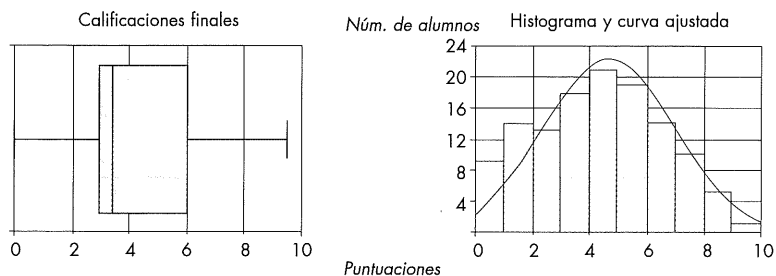


Figura 10

Curso	N	Media	Mediana	Rango	Desviación típica	Asimetría estándar	Curtosis estándar
1.º B	33	4,305	4,4	7,9	2,02	-1,114	-0,469
1.º D	33	5,288	5,0	8,5	1,992	0,347	0,146
1.º E	28	6,107	6,5	7,0	1,931	-0,711	-0,746
4.º ESO	31	3,097	3,0	7,0	1,85	2,264	0,598

Tabla 6

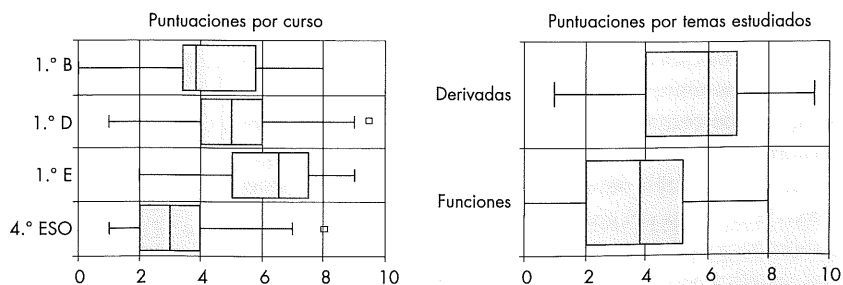


Figura 11

la varianza, considerando como tratamientos los cuatro cursos, o los dos temas estudiados, también se comprueban diferencias estadísticas entre ellos, aunque como ya se ha comentado no se puede asegurar que se cumplan las hipótesis que se deben verificar para utilizar esta técnica correctamente.

Si consideramos las calificaciones finales de los grupos de control y experimental obtenemos la tabla 7 y la figura 12. En esta figura aparece el gráfico box-plot y los intervalos de confianza, con nivel del 99 %, para las medias de las calificaciones finales. También realizamos un análisis de la varianza considerando los dos métodos de enseñanza, aunque recordamos que no es muy fiable (tabla 8).

Curso	N	Media	Mediana	Desviación típica	Asimetría estándar	Curtois estándar
Control	86	4,88	5,0	2,24	-0,17	-1,27
Experimental	39	4,19	4,1	2,14	0,48	-0,64

Tabla 7

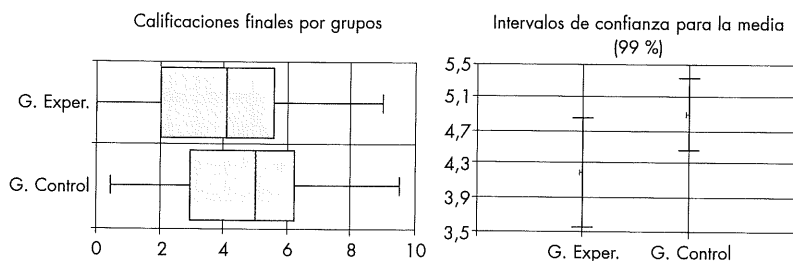


Figura 12

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	P-valor
Entre grupos	12,7149	1	12,7149	2,61	0,1089
En cada grupo	599,868	123	4,8769		

Tabla 8

La tabla 8 indica que la principal fuente de variación es dentro de los grupos, y por ser el P-valor mayor que 0,01 debemos concluir que no existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de las calificaciones finales del grupo de control y del experimental. Es la misma conclusión que se puede observar con los gráficos de la figura 12, si bien hay que destacar un pequeño sesgo hacia abajo de las notas del grupo experimental. Realizamos más comprobaciones y resultó que tampoco existían diferencias significativas entre las medianas, ni entre las desviaciones típicas.

Por lo que concluimos que las distribuciones de las calificaciones finales de los grupos de control y grupos de experimentación en cada grupo pueden considerarse semejantes, aunque las calificaciones del grupo experimental eran sensiblemente inferiores.

Análisis por cursos

Para completar nuestro estudio y puesto que los exámenes fueron diferentes realizamos un análisis semejante al anterior pero en cada curso. Las principales características estadísticas de la variable calificaciones finales en cada curso son las que se muestran en la tabla 9.

Los gráficos box-Plot de cada curso se muestran en la figura 13.

Puede apreciarse que las distribuciones en todos los cursos y en todos los grupos son bastante simétricas y semejantes. Las distribuciones en 1.º B y 1.º E presentan concentración de calificaciones alrededor de valores altos en el caso de los grupos de control, y valores centrales en el caso de los grupos de experimentación, mientras que en el curso de 4.º de la ESO, las calificaciones del grupo de control se agrupan en torno a valores medios y las del grupo experimental se agrupan alrededor de valores bajos. Hay que destacar que las notas del curso 1.º B están más concentradas que en el resto de los grupos, y que el grupo experimental de 4.º de ESO también muestra el agrupamiento de las notas, como ocurría en el caso de las variables de *conocimientos previos* y *notas previas*.

Curso	Grupo	N	Media	Mediana	Desviación típica	Asimetría estándar	Curtois estándar
1.º B	Control	23	4,542	5,1	2,062	-1,068	-0,402
1.º B	Experimental	10	3,76	3,95	1,911	-0,854	0,26
1.º E	Control	23	5,63	6	1,996	0,112	0,449
1.º E	Experimental	10	4,5	5	1,841	0,345	0,126
1.º D	Control	18	6,333	7	1,847	-0,74	-0,563
1.º D	Experimental	10	5,7	5,5	2,111	-0,165	-0,268
4.º ESO	Control	22	3,273	3	1,907	1,867	0,684
4.º ESO	Experimental	9	2,667	2	1,732	1,49	0,287

Tabla 9

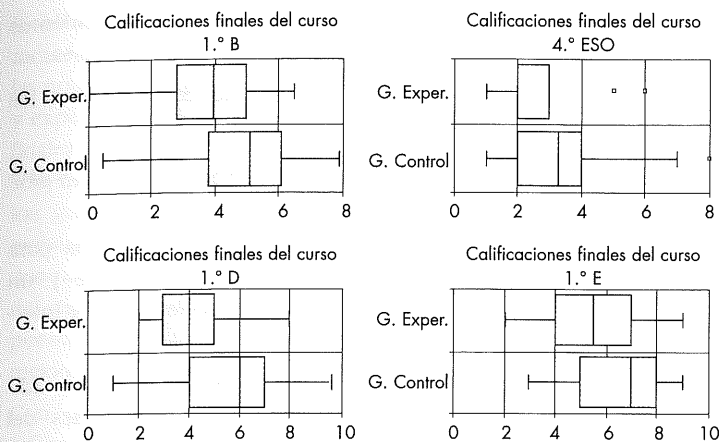


Figura 13

Los cuatro cursos muestran una autosemejanza con el análisis global de las calificaciones finales por grupos, es decir, existe una tendencia a calificaciones más bajas en el grupo experimental que en el grupo de control, y cuando utilizamos técnicas de análisis de la varianza en cada curso, comparando los dos métodos de enseñanza, concluimos que no existen diferencias significativas ni entre la media, ni la mediana, ni la variabilidad, ni la distribución de las calificaciones de cada grupo.

Análisis adicional

En el curso de 1.º B, y a modo de prueba, se diseñaron dos pruebas adicionales para todos los alumnos del curso, que se realizó junto con el examen al que están acostumbrados los alumnos. Una de las pruebas contenía preguntas que se contestaban con verdadero/falso, la otra prueba contenía cuestiones con multi-respuesta, con cuatro posibilidades cada una. La razón de incluir este tipo de pruebas es que, en las aplicaciones informáticas que utilizaron los alumnos de los grupos experimentales se plantean cuestiones en términos de Verdadero/Falso y con diferentes posibilidades. Puesto que suponía un esfuerzo adicional para los alumnos, se prefirió probar sólo en un curso.

Presentamos los resultados en la tabla 10 y en los gráficos box-plot de la figura 14, para los grupos de control y experimental, del examen de multi-respuesta y verdadero/falso.

En el examen de multirespuesta la única diferencia apreciable entre los dos grupos es la concentración de las notas, pero en el examen de V/F se aprecia que las calificaciones del grupo de control son inferiores a las notas del grupo experimental. Con métodos de análisis de la varianza no se aprecian diferencias entre los grupos para ninguno de los dos exámenes adicionales.

Examen	Grupo	N	Media	Mediana	Desviación típica	Asimetría estándar	Curtosis estándar
Multirespuesta	Control	23	4,58	4,66	2,45	-0,3	-0,48
Multirespuesta	Experimental	9	4,51	4,66	1,90	-0,9	-0,58
Verdadero/Falso	Control	23	3,56	4	1,88	0,87	-0,46
Verdadero/Falso	Experimental	9	4,67	5,5	1,09	-1,24	0,11

Tabla 10

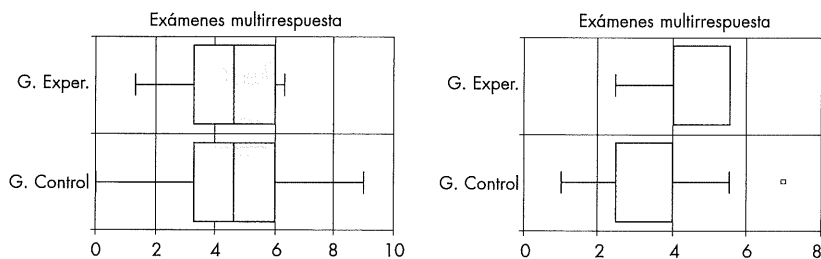


Figura 14

Evaluación del software empleado en la experiencia

Elaboramos un test de 26 preguntas relativas a los diferentes aspectos que debía tener un software educativo. Las primeras 25 preguntas tenían cinco opciones, a saber: siempre, frecuentemente, a veces, casi nunca y nunca; última pregunta era de tipo abierto. Dada la preocupación de los alumnos del grupo experimental ante la posibilidad de que pudieran suspender todo el curso académico por culpa de la experiencia abordada y pese a que se les aseguró que no podría darse esa eventualidad, decidimos que rellenaran los cuestionarios después de conocer sus calificaciones en la evaluación correspondiente, con el fin de evitar, en el grado de lo posible, la influencia entre las notas con la evaluación del software utilizado.

En los resultados generales tuvimos en cuenta una opinión no recogida en ninguna encuesta de las entregadas y que tuvo una gran influencia, «la preocupación ante la posibilidad de fracasar en el examen». Esta opinión fue comunicada ver-

balmente, de forma individual y colectiva, a los profesores de cada uno de los cursos que participaba en el proyecto.

El software sobre *funciones* fue mejor valorado que el de *derivadas*. Una posible explicación es que la preparación para abordar los conceptos de funciones son menos que los requeridos para la comprensión del tema sobre derivadas, y que el programa sobre derivadas tenía un nivel algo superior al necesario para el grado de aprendizaje de los alumnos de primero de Ciencias de la LOGSE.

A continuación presentamos los aspectos más destacados de cada uno de los programas.

Estudio de funciones

Los aspectos destacados como positivos de esta herramienta informática han sido:

- i. No es preciso tener muchos conocimientos de informática para manejar el programa y su manejo no distrae para el aprendizaje de los conceptos.
- ii. Es sencillo familiarizarse con la estructura en que están presentados los conceptos en las pantallas; cada una de las pantallas no abruma con muchos contenidos y tiene una ayuda apreciable.
- iii. Permite ir al ritmo que cada uno pretende, da tiempo para pensar y, sobre todo, provoca preguntas a los usuarios.
- iv. Plantea ejemplos explicativos de los conceptos enseñados y desarrolla la mayoría de los pasos intermedios en las operaciones.

Los aspectos negativos más destacados han sido:

- i. Es necesario más esfuerzo para adquirir los conocimientos y más tiempo que el que se emplea en las clases presenciales.
- ii. Es preciso un aumento de la comunicación entre el usuario y el programa.
- iii. Proporciona pocos estímulos adicionales, y es deseable conocer el nivel de conocimientos que se va adquiriendo.
- iv. Se desean aplicaciones informáticas con más efectos multimedia, sonidos e imágenes, para que sean más entretenidos.

La derivada: concepto y aplicaciones

Los aspectos destacados como positivos de este programa han sido:

- i. No es preciso tener muchos conocimientos de informática para el manejo del programa, es sencillo familiarizarse con la forma de «navegar» por las pantallas y encontrar temas de consulta.
- ii. Permite ir al ritmo deseado por cada usuario, deja tiempo para asimilar conceptos y, al igual que la otra aplicación, plantea preguntas.

El software sobre funciones fue mejor valorado que el de derivadas. Una posible explicación es que la preparación para abordar los conceptos de funciones son menos que los requeridos para la comprensión del tema sobre derivadas...

- iii. Tiene en cuenta conocimientos adquiridos en cursos anteriores.
- iv. Plantea ejemplos explicativos de los conceptos considerados.

Los aspectos destacados como negativos son:

- i. Falta un sistema de consulta para temas tratados previamente y un desarrollo mayor de los pasos intermedios.
- ii. Proporciona pocos estímulos adicionales y faltan indicaciones del nivel de conocimientos que se van adquiriendo.
- iii. Falta establecer más comunicación entre el usuario y el programa.
- iv. Se desean programas con más efectos multimedia de sonido e imagen.

Los aspectos negativos de ambos programas han sido, en líneas generales, los mismos lo que quizás se deba al carácter innovador que presenta la enseñanza mediante herramientas informáticas.

Estudio comparativo de la experiencia

Debido a los cursos seleccionados ya existe, por parte de los alumnos, inclinación en la selección de diferentes asignaturas (primero de Bachillerato LOGSE de Ciencias Sociales y de Ciencias de la Naturaleza) lo que hace que sean apreciables las diferencias entre los cursos, con respecto a las notas previas y a los conocimientos previos de los temas tratados, mientras que las diferencias son más moderadas en el test de inteligencia, ya que no tienen nada que ver con las notas de los diferentes ejercicios realizados.

Los grupos experimentales de los tres cursos de primero de Bachillerato LOGSE, en las dos modalidades, son análogos a los grupos de control respectivos, en las tres variables consideradas (notas previas, conocimientos previos y test de inteligencia). En el curso de 4.º de ESO ocurre lo mismo, salvo en la distribución de las notas previas, donde en el grupo experimental tienen una enorme concentración.

Si bien no se puede afirmar rotundamente que existen discrepancias entre las notas finales de los grupos de control y experimental, se aprecia que las notas finales de los grupos experimentales son, moderadamente, inferiores a las de los grupos de control respectivos. Sin embargo y particularizando los resultados para el grupo 1.º B, si el examen es del tipo verdadero/falso, o multirespuesta, los resultados son sensiblemente mejores que las del grupo de control.

Con relación al uso de herramientas informáticas como medio de aprendizaje, destacaremos que el mayor problema que suscitó la experiencia fue la inseguridad de los alumnos al encontrarse sin las explicaciones que reciben en clase, no sólo ante las explicaciones del tema que se trata, sino en dudas que surgen con relación a conocimientos anteriores, problema que desaparece paulatinamente a medida que madura la persona.

Los alumnos que fueron seleccionados para participar en las prácticas habían tenido contacto con la informática en una amplia mayoría, y consideraban aconsejable el uso del ordenador en el proceso de aprendizaje, pero su curiosidad por temas informáticos era bastante moderada. Merece la pena hacer constar que una porción apreciable de los encuestados mostraba una gran inclinación hacia estos temas.

Los programas utilizados no precisan conocimientos informáticos para su uso, plantean ejemplos explicativos y permiten ir estudiando al ritmo que cada uno desee, aunque precisan de más esfuerzo individual. Se echa en falta mayor comunicación entre usuario y programa, más efectos multimedia y una ayuda, en el software, de amplio espectro.

Sugerencias para el uso de herramientas informáticas

Es obvio que la educación ha de enfocarse hacia el uso de las nuevas tecnologías multimedia y las comunicaciones, pero estas aplicaciones informáticas educativas no deben sustituir completamente la figura del profesor.

Es obvio que la educación ha de enfocarse hacia el uso de las nuevas tecnologías multimedia y las comunicaciones, pero estas aplicaciones informáticas educativas no deben sustituir completamente la figura del profesor.

Alfredo Méndez
EUI Telecomunicaciones
Universidad Politécnica
de Madrid

A la hora de diseñar las aplicaciones informáticas se deberían de tener en cuenta los niveles educativos donde se pueden utilizar, pero también debería valorarse la dotación de equipos, el mantenimiento y disponibilidad de los mismos, así como el entorno de los alumnos a los que va dirigido. No es lo mismo el enfoque que debe darse al tema de derivadas para los alumnos de Ciencias Matemáticas o para los alumnos de Ingeniería Industrial, por ejemplo.

Si se utilizan programas informáticos, estos debían ser de amplio espectro, interactivos con el usuario, flexibles y que permitan al usuario orientar su estudio conociendo el grado de aprendizaje que va adquiriendo.

La utilización del software educativo se debe considerar como una herramienta más del material educativo del que puede disponer el alumno para su aprendizaje. Con las nuevas facilidades que proporcionan las nuevas tecnologías es de esperar que se pueda desarrollar un software mucho más sofisticado que el empleado en esta experiencia y que incluya explicaciones sobre conceptos propios del tema, conceptos previos necesarios para abordar el tema que hay que desarrollar e indicadores que permitan al profesor, y por otra parte al alumno, conocer el grado de adiestramiento que adquiere el alumno.

Referencias

- AGUIBERREÑA, J. M. (1998): *La derivada: Conceptos y aplicaciones*, Proyecto Fin de Carrera de la EUIT de Telecomunicación, Madrid.
- CASTILLEJO BRULL, J. L. y VÁZQUEZ GÓMEZ (1987): «Educar para el siglo XXI: Criterios de evaluación para el uso de la Informática educativa». *Fundesco*, Madrid.
- CORRAL, A. (1993): «Las matemáticas: fundamento de un desarrollo equilibrado», *Revista del ICE de la Universidad Autónoma de Madrid*, n.º 5.
- FERRÁN VIRGOS (1989): «El ordenador ante el proceso educativo: Más que un medio tecnológico», *Didáctica de las Ciencias experimentales y sociales*, n.º 2, 63-74.
- INCE (1996): *Tercer estudio internacional de Matemáticas y Ciencias*, Ministerio de Educación y Cultura.
- INCE (1997): *Diagnóstico del sistema educativo*, Ministerio de Educación y Cultura.
- INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (1983): *Una semana sobre Informática en la Ingeniería y en la enseñanza*, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- MAUDL, H. y A. LESGOLD (1988): *Learning issnes for intelligent tutoring systems*, Springer-Verlag, Nueva York.
- Solomón, C. (1987): *Entornos de aprendizaje con ordenadores*, Paidós/Mec, Barcelona.
- SQUIRES, D. y A. McDOUGAL, (1997): *Como elegir y utilizar software educativo*, Moreta, Madrid.
- VÁZQUEZ, G. (1989): «Los educadores y las máquinas de enseñar». *Fundesco*, Madrid.
- VILLALBA, S. (1997): *Estudio de Funciones*, Proyecto Fin de Carrera de la EUIT de Telecomunicación, Madrid.