



Elaboración de tutoriales multimedia para el aprendizaje de conceptos estadísticos

José Carmona Márquez

Universidad de Huelva

En este trabajo se presentan algunos de los resultados de un proyecto de innovación docente cuyo objetivo era elaborar tutoriales multimedia que facilitaran el aprendizaje de conceptos estadísticos a los alumnos de una asignatura de análisis de datos. Además del esquema general del proyecto, se presentan algunos tutoriales desarrollados en el paquete estadístico SIMSTAT. Se analiza en detalle el tutorial elaborado para presentar uno de los teoremas básicos de la teoría de la probabilidad y la inferencia estadística: el teorema del límite central. Por último, se realizan algunas valoraciones generales acerca de la implementación del proyecto.

This paper shows the results of a innovative teaching project whose aim was to create tutorial multimedia which facilitate the learning of statistical concepts by students of the subject of data analysing. This paper shows the general scheme of the project and some multimedia developed with the SIMSTAT statistical package. The article analyses, as well, the tutorial multimedia created to show one of the basic theorems of the probability theory and the statistical inference: the theorem of the central limit. Finally, some general valuations about the implementation of the project are made.

Introducción

La preocupación por la mejora de la calidad es un hecho patente en cualquier institución universitaria hoy (Quintanilla, 1998; Mora, 1998; Escudero, 1999; Bricall y otros, 2000). La tendencia tradicional ha primado en gran medida, los trabajos investigadores sobre los docentes (De Miguel, 1996; Medina, 1996; Rosales, 1999), sin embargo, cada vez son más las iniciativas que respaldan la formación y la investigación en y sobre la docencia. En este caso, y a través de un proyecto de innovación, nos enfrentamos al diseño de un curso de introducción al análisis de

datos, que nos permitirá profundizar sobre nuestra labor docente, y así reflexionar, tomar decisiones y en definitiva, tratar de mejorar aquélla.

El diseño de un curso de introducción al análisis de datos presenta varias características retadoras para cualquier docente que se enfrente a dicha tarea. En primer lugar, las preconcepciones de los alumnos respecto a la dificultad de este tipo de materias suelen conducirles a actitudes negativas ante la asignatura. En este sentido se han propuesto varios instrumentos que pretenden evaluar dichas actitudes (Roberts y Bilderback, 1980; Wise, 1987; Schau, Stevens, Dauphinee y Del Vecchio, 1995), cuya utilidad no suele ir más allá, sin embargo, de ofrecer una panorámica de la situación emocional de la clase, sin aportar soluciones en el caso más que seguro de que la ansiedad ante la materia sea el denominador común.

En segundo lugar, frente a la docencia tradicional de asignaturas con contenidos estadísticos, se han propuesto varias alternativas que colocan al docente ante la tesitura de elegir aquella aproximación que mejor se adecue a su concepción del campo. Roiter y Petocz (1996), tras un análisis de los cursos de introducción a la estadística en las universidades australianas, probablemente extrapolable a la realidad española, distinguen cuatro estrategias fundamentales:

- La estadística como una parte de las matemáticas. En este caso los cursos tienen una orientación clara hacia el estudio de la teoría de la probabilidad, y sus actividades principales tienen como objetivo la demostración de teoremas.
- La estadística como análisis de datos. El objetivo fundamental suele ser que el alumno sea capaz de manejar las estrategias básicas de la recogida, depuración y análisis de datos. Los contenidos habituales incluyen el análisis exploratorio de datos, las pruebas de hipótesis, la regresión y la correlación.
- La estadística como diseño de investigaciones. Se pretende que los alumnos puedan, al finalizar el curso, diseñar un experimento, recoger los datos y analizar los resultados. El contenido de la asignatura suele estar dominado por el estudio del análisis de varianza.
- La estadística como resolución de problemas. En estos cursos los estudiantes deben desarrollar capacidades propias de consultores en su campo de estudio. El objetivo es que resuelvan problemas, que se enfrenten a ellos, desde la recogida de datos hasta la elaboración de informes.

El panorama es aún más complejo si tenemos en cuenta que estas estrategias no se suelen presentar en estado puro sino que, como los propios autores reconocen, en muchos casos un curso específico está diseñado en realidad como una mezcla de ellas.

El último de los retos a los que se deben enfrentar los docentes a la hora de diseñar un curso de este tipo es la adaptación de las características del mismo a la situación concreta en la que va a desarrollar su docencia: plan de estudios, plantilla docente, infraestructuras, etc. En muchas ocasiones, por ejemplo, las características del *software* disponible condicionan en gran medida las actividades que se pueden desarrollar en las aulas de informática (Serrano y Matas, 1997).

A pesar de estos condicionantes, hay cierto acuerdo en el campo de la educación estadística en la necesidad de hacer atractivo y motivador el aprendizaje del alumno por medio de actividades que impliquen su participación activa. Algunas de esas actividades pueden ser desarrolladas en el aula habitual de clase; así, por ejemplo, Eckert (1994) ha mostrado cómo enseñar los conceptos básicos de las pruebas de hipótesis como un juego de cartas. Otras, sin embargo, implican el uso de ordenadores y, por tanto, son realizadas usualmente en algún laboratorio con la infraestructura adecuada. Estas últimas actividades conllevan el uso de algún *software* estadístico de referencia como SPSS, STATISTICA, SIMSTAT, etc.

El uso de paquetes de *software* estadístico en las prácticas de las asignaturas ha puesto a disposición de los docentes una serie de herramientas que permiten



concentrarse en los aspectos conceptuales del análisis de datos y evitar la pérdida de tiempo que en la mayoría de los casos supone el cálculo de pruebas estadísticas. Sin embargo, y aunque el manejo de la mayoría de los programas de análisis de datos por ordenador no suele ser complicado, los alumnos pueden tener dificultades para su uso. Por esta razón, es conveniente elaborar tutoriales que puedan guiar al alumno en la realización de los análisis y la interpretación de los mismos.

1. Objetivos

El objetivo fundamental de este trabajo era la elaboración de unos tutoriales multimedia que permitieran un aprendizaje adecuado de la manera en que se realizan en la actualidad la mayoría de los análisis de datos, a saber, por medio de paquetes de *software* estadístico. Esto a nuestro entender implicaba que el alumno fuera capaz de:

- Conocer y usar adecuadamente un programa de estas características.
- Seleccionar las pruebas estadísticas y las representaciones gráficas adecuadas a los problemas planteados.
- Interpretar correctamente los resultados de dichos análisis.

Además, en aquellos tutoriales desarrollados como introducción a la estadística inferencial se pretendía presentar por medio de simulaciones los conceptos probabilísticos básicos.

La elaboración de tutoriales multimedia no puede ser realizada sin criterios que guíen su desarrollo, sin una planificación que evite ciertos problemas como, por ejemplo, la sobrecarga de la memoria de trabajo debida a una excesiva demanda atencional (Chandler, 1994). En este sentido, los principios básicos que guiaron el diseño de los tutoriales de este trabajo son:

- Aprovechar las capacidades multimedia para hacer atractivo el aprendizaje.
- Ser lo suficientemente flexibles para amoldarse a distintos ritmos de aprendizaje.
- Proporcionar *feedback* de la ejecución durante el tutorial y posibilitar la evaluación de la comprensión al final del mismo.

2. Desarrollo del proyecto

Los tutoriales desarrollados se usaron como material de prácticas de una asignatura optativa de primer curso de la licenciatura en Psicopedagogía «Análisis de datos de investigación en Psicopedagogía» durante el curso académico 97/98.

En total se planificaron siete clases prácticas de una hora y media cada una. Aunque la asistencia a dichas prácticas era voluntaria, fue muy alta. Las prácticas se desarrollaron en un aula de informática del campus del Carmen de la Universidad de Huelva. El aula tenía aproximadamente 40 puestos útiles, por lo que fue necesario dividir el grupo de clase en dos para realizar las prácticas.

Los alumnos tenían la posibilidad de elegir entre dos tipos de evaluaciones: un examen tradicional con una parte teórica con preguntas de opción múltiple y una parte práctica en la que tenían que resolver problemas del tipo habitual en estas asignaturas; el segundo tipo de evaluación fue un examen cuya parte práctica consistía en resolver problemas haciendo uso del *software* de ordenador con el que se trabajó en las prácticas, y una parte teórica, idéntica a la del examen tradicional.

Probablemente debido a la angustia generada por tener que enfrentarse a un examen con características novedosas, la mayoría de los alumnos se decantó por el examen tradicional.

Las clases prácticas estaban estructuradas según una secuencia lógica que incluía los siguientes pasos:

- El alumno es introducido al tópico por el profesor.
- El alumno ejecuta el tutorial de la unidad didáctica correspondiente.
- El profesor propone ejercicios adicionales que versan sobre lo tratado en la unidad didáctica y que el alumno debe realizar en el programa.
- El profesor resuelve las dudas que hayan podido surgir.
- El alumno vuelve al tutorial para realizar una serie de preguntas de autoevaluación.

El paquete de *software* estadístico usado fue SIMSTAT para Windows (Péladeau, 1996). Este programa incluye además de los análisis numéricos y gráficos habituales en la mayoría de los paquetes, dos características que lo hacen especialmente adecuado para la docencia. Una de esas características es su capacidad para usar técnicas de remuestreo como el *bootstrap* (Efron, 1981), lo que permite simular el comportamiento de algunos estimadores como la media, la correlación, etc. Por otra parte, el programa integra un lenguaje de comandos que está diseñado para realizar tutoriales multimedia y entre otras características permite el uso de archivos gráficos (BMP, WMF, ICO), de sonido (WAV), de música (MDI), y de vídeo (AVI).

En total se elaboraron siete unidades didácticas, las cuales cubrían tanto aspectos de contenido como procedimentales. Los epígrafes de dichas unidades son los siguientes:

- Introducción al uso del programa.
- Elaboración de bases de datos y manipulación de datos.
- Descripción de datos relativos a una variable.
- Descripción de datos relativos a relaciones simples entre variables.
- Introducción a la estadística inferencial.
- Inferencias sobre medias.
- Inferencias sobre proporciones.

Se presentan a continuación aquellos tutoriales desarrollados para presentar el material abordado en las unidades que fueron usados en las prácticas:

- «Un paseo por SIMSTAT». Se realiza una presentación de las características básicas de SIMSTAT: ventanas principales, estadísticos, gráficos, etc. Para realizar este tutorial usamos como base un tutorial de muestra que viene incluido en el paquete.
- «Un análisis de las notas». Usando datos correspondientes a las notas de la asignatura en otros cursos, se introduce al alumno en los conceptos básicos de la depuración de datos y la estadística descriptiva.
- «El Teorema del límite central: Una demostración». Se presenta un teorema fundamental de la teoría de la probabilidad. Una explicación más detallada se presenta en el siguiente apartado.
- «La temperatura corporal». A partir de unos datos publicados en el *Journal of the American Medical Association* se analizan los datos de temperatura corporal de una muestra de sujetos para ver si están relacionados con la presión sanguínea y el sexo de los individuos. Se introducen los conceptos de correlación y comparación de medias.



3. El teorema del límite central: Un ejemplo

El «Teorema del Límite Central» (TLC) fue propuesto originalmente por Laplace como una generalización del trabajo de De Moivre, convirtiéndose posteriormente en uno de los teoremas básicos de la teoría de la probabilidad y de la inferencia estadística. Formalmente puede ser expresado de la siguiente manera:

Sean X_1, X_2, \dots, X_n variables aleatorias independientes distribuidas idénticamente extraídas de cualquier población con media m y varianza s^2 . Si esto es así, la media de la muestra tendrá una distribución muestral con media m y varianza s^2/n . Además, dicha distribución muestral es normal asintóticamente.

Expresado de esta manera, el TLC se convierte en algo extraño para los alumnos, y además, no suelen ser capaces de comprender su importancia. Para hacer más accesible el TLC elaboramos un tutorial con el que pretendíamos afianzar una serie de conceptos comunes en la estadística inferencial (distribución de la variable en la población y en la muestra vs. distribución muestral del estadístico, desviación típica de la variable vs. error típico, influencia del tamaño muestral en la distribución muestral, etc.).

El tutorial elaborado en el lenguaje de comandos de SIMSTAT es bastante parecido a lenguajes simples como el BASIC. Para una referencia completa se puede consultar Péladeau (1996).

Para facilitar el acceso al tutorial, el comando de arranque del mismo puede ser situado como una línea de menú en alguno de los menús desplegables del propio programa SIMSTAT, con lo cual el alumno no necesita salir del programa para ejecutar el tutorial.

Una vez arrancado el tutorial, y tras una pantalla de presentación, el alumno se encuentra en una pantalla de inicio desde la cual puede dirigirse a cualquiera de las tres partes principales del tutorial:

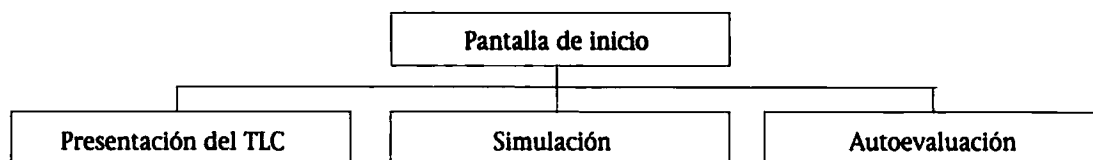


Gráfico 1. Estructura del tutorial

En la «Presentación del TLC» el alumno tiene la opción, en primer lugar, de revisar algunos conceptos básicos (muestreo aleatorio simple, distribución muestral y error típico). A continuación puede recorrer una presentación realizada en Powerpoint en la que se ilustra gráficamente el TLC y se presentan las características básicas del mismo.

En el apartado de «Simulación» el alumno puede realizar una serie de simulaciones del proceso de muestreo. En cada simulación el alumno tiene que especificar una serie de parámetros: forma de la distribución poblacional (normal, uniforme, asimétrica positiva o asimétrica negativa), media poblacional, desviación típica poblacional y tamaño de la muestra. A continuación, el programa, haciendo uso de la técnica *bootstrap*, selecciona 250 muestras aleatorias del tamaño y la distribución poblacional especificada. Por último, el programa presentaba los resultados, tanto numéricos (estadísticos descriptivos) como gráficos (histograma de la distribución muestral).

En el «apartado de autoevaluación», se presentan un conjunto de preguntas de opción múltiple que el alumno debe contestar. Se proporciona retroinformación acerca de la veracidad de las respuestas tanto tras cada pregunta como al final de la prueba.

4. Evaluación del proyecto

La elaboración de cada tutorial requería una planificación rigurosa del contenido, para lo cual se realizaba una búsqueda bibliográfica exhaustiva junto con un cotejo con materiales multimedia ya existentes en el mercado (*Visual Statistics*, *Activstats*, etc.). La labor de programación, por otra parte, implicaba una enorme inversión de tiempo que creemos se compensa por los resultados de esta experiencia.

En cuanto al efecto que sobre el aprendizaje de los alumnos tuvieron los tutoriales empleados, consideramos que este fue en general positivo. Sin embargo, debemos señalar que la evaluación de dicho efecto tuvo que ser necesariamente subjetiva debido a los condicionantes prácticos y éticos que impedían un diseño de investigación con garantías en un aula de clase.

Por otra parte, a pesar de que la mayoría de los alumnos afirmaban tener conocimientos básicos del uso de ordenadores, por lo que no consideramos necesario incluir alguna sesión práctica en la que se abordaran los rudimentos del sistema operativo, luego se mostró que el ritmo de aprendizaje de alguno de los alumnos estaba lastrado por carencias de estos conocimientos. En este sentido, se planificaron para los cursos siguientes sesiones previas con los alumnos más inexpertos en las que se aborden estas cuestiones.

Debido al poco tiempo disponible para prácticas en la asignatura, los alumnos eran conminados a que asistieran al aula de informática en otros horarios para poder practicar con el material de estudio. Para algunos alumnos esto fue imposible debido a la saturación del aula de informática. Estos problemas de infraestructura se van solucionando poco a poco con la apertura de nuevas aulas de informática.

A pesar de los problemas señalados, nuestra valoración del proyecto arroja un balance positivo, sobre todo en cuanto a los efectos que estos materiales han tenido sobre la motivación y actitudes del alumnado. Para garantizar la continuidad del proyecto, en la actualidad se están planificando nuevos tutoriales, que serán usados no sólo en la asignatura «Análisis de datos», sino también en otras asignaturas del Área de Metodología de las Ciencias del Comportamiento.

Referencias

- BRICALL, J.M. y otros (2000): *Informe Universidad 2000*. Madrid, Consejo de Universidades.
- CHANDLER, P. (1995): «Is conventional computer instruction ineffective for learning?». Comunicación presentada en *Australian Computers in Education Conference*, Perth, 9-13 Julio. (<http://www.educationau.edu.au/archives/cp/REFS/chandler.htm>)
- DE MIGUEL, M. (1996): «La evaluación de la función docente del profesorado universitario», en RODRÍGUEZ, J. M. (Ed.) *Seminario sobre formación y evaluación del profesorado universitario*. Huelva, ICE;123-139.
- ECKERT, S. (1994): «Teaching hypothesis testing with playing cards: A demonstration», en *Journal of Statistics Education*, 2(1).
- EFRON, B. (1981): «Nonparametric estimates of standard error: The jackknife, the bootstrap and other resampling methods», en *Biometrika*, 68, 589-599.
- ESCUADERO MUÑOZ, J.M. (1999): «De la Calidad total y otras calidades», en *Cuadernos de Pedagogía* 285:77-84.
- MEDINA, R. (1996): «Los fines de la Universidad», en GARCÍA HOZ, V. (Dir.) *La Educación Personalizada en la Universidad*. Madrid, Rialp; 131-154.



-
- MORA, J. G. (1998): «La evaluación Institucional de la Universidad», en *Revista de Educación*, 315; 29-44.
- PÉLADEAU, N. (1996): *Simstat for Windows: User's guide*. Montreal, Provalis Research.
- QUINTANILLA, M.A. (1998): «En pos de la Calidad: notas sobre una nueva frontera para el sistema universitario español», en *Revista de Educación* 315; 85-95.
- ROBERTS, D. y BILDERBACK, E. (1980): «Reliability and validity of a statistics attitude survey», en *Educational and Psychological Measurement*, 40; 235-238.
- ROITER, K. y PETOCZ, P. (1996): «Introductory statistics courses: A new way of thinking», en *Journal of Statistics Education*, 4(2).
- ROSALES, C. (1999): «Proyección Social de la Universidad», en *Innovación Educativa* 9; 7-23.
- SCHAU, C., STEVENS, J., DAUPHINEE, T.L. y DEL VECCHIO, A. (1995): «The development and validation of the survey of attitudes toward statistics», en *Educational and Psychological Measurement*, 55(5); 868-875
- SERRANO, J. y MATAS, A. (1997): «El ordenador en las asignaturas de métodos de investigación en educación», en M. CEBRIÁN, J.C. TÓJAR y R. MANCHADO (Coords.): *Innovación educativa y formación del profesorado: proyecto sobre la mejora de la práctica docente en la Universidad*. Málaga, ICE y Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga.
- WISE, S. (1987): «The development and validation of a scale measuring attitudes toward statistics», en *Educational and Psychological Measurement*, 45; 401-405.

José Carmona Márquez
es profesor del Departamento de Psicología de la Universidad de Huelva.
Correo electrónico: carmona@uhu.es