



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD
X CONVOCATORIA (2008-2009)



❖ **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

Título del Proyecto

08A20257 Aula virtual de Estadística 2008

Resumen del desarrollo del Proyecto

Este proyecto es una continuación del 07SA2042 y otros anteriores cuyo fin último es el mantenimiento de una página Web estadística que suponga una comunicación integral entre el profesorado y el alumnado de esta asignatura y fomente el autoaprendizaje. A lo largo del curso se han desarrollado algunos de los objetivos reflejados en la solicitud, en función de la disponibilidad de alumnos de proyecto fin de carrera como se explicitaba en la misma. En concreto se han desarrollado nuevos applets y se ha seguido con el desarrollo de temas correspondientes al libro electrónico.

| | Nombre y apellidos | Código del Grupo Docente |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Coordinador/a: | José Diz Pérez | 017 |
| | Mauel Jurado Bello | 017 |
| Otros participantes: | Rafaela Dios Palomares | 017 |
| | Roberto Espejo Mohedano | 069 |
| | Arturo Gallego Segador | 069 |

Asignaturas afectadas

| Nombre de la asignatura | Área de Conocimiento | Titulación/es |
|---|---------------------------------|-----------------------------|
| Bioestadística | Estadística, Econometría e I.O. | Ciencias Biológicas |
| Estadística | “ | Ciencias Ambientales |
| Técnicas Estadísticas de I. Social | “ | Relaciones Laborales |
| Análisis de datos en Ciencias Sociales | “ | Relaciones Laborales |
| Estadística aplicada a Ciencias del Trabajo | “ | Ciencias del Trabajo |
| Métodos estadísticos en Ingeniería | “ | I.T. Electrónica |
| Estadística | “ | I.T. Informática de Gestión |
| Estadística Aplicada | “ | I. Montes |
| Estadística Aplicada | “ | I. Agrónomos |
| Econometría | “ | I. Agrónomos |

MEMORIA DE LA ACCIÓN

1. Introducción.

El presente proyecto es la continuación de una tarea que comenzó hace algunos años, encaminada a la confección de materiales para el aprendizaje de la Estadística, cuando un grupo de profesores del área se decidió a utilizar las ventajas que aportan las nuevas tecnologías para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de su asignatura.

Desde el principio, nuestro proyecto se centró en la visualización intuitiva de conceptos estadísticos mediante la simulación de procesos aleatorios con la ayuda del ordenador, que de otro modo serían más difíciles de asimilar. Esta primera idea se ha ido ampliando con el tiempo para incorporar objetivos cada vez más ambiciosos.

En este sentido, se han desarrollado aplicaciones implementadas en el lenguaje de programación Java (java applets), que, a lo largo de las sucesivas convocatorias de proyectos de innovación docente, se han ido ampliando, tanto en número como en contenidos, hasta abarcar gran parte de los contenidos de un curso de introducción de Estadística. Surgió también la necesidad de ubicar todas esas aplicaciones en algún sitio, por lo que se creó un portal web denominado “*Simulaciones estadísticas*”, que permitiese por un lado, el acceso a las distintas simulaciones y, por otro, la administración de las mismas, permitiendo a los nuevos desarrolladores el acceso a las fuentes de las aplicaciones creadas anteriormente.

Posteriormente, han surgido nuevos horizontes en la enseñanza, posibilitando el autoaprendizaje, de manera que el alumno tenga a su disposición contenidos de temas, problemas propuestos y de exámenes, tests de conocimientos para ver su grado de preparación, y otras utilidades que vayan surgiendo. Todo ello se ha integrado en la página web denominada “*Aula virtual de Estadística*”, portal donde tienen cabida todas estas herramientas.

Una de esas herramientas consiste en un libro electrónico, entre cuyas características estarían: llamadas a los applets de visualización de conceptos en los apartados correspondientes, acceso automático a applets específicos de resolución del problema concreto en los ejemplos planteados, generación aleatoria de problemas de autoevaluación de forma que el alumno no resuelva siempre los mismos, etc.

2. Objetivos.

Así pues, los objetivos generales se pueden resumir en:

- 1) Continuar el desarrollo de applets para visualización de conceptos.
- 2) Completar temas del libro electrónico
- 3) Actualizar el portal “Aula virtual de estadística”

Con respecto a los objetivos específicos correspondientes al presente curso, al igual que en anteriores convocatorias, hemos de decir que este proyecto, como se comentaba en la solicitud, se basa para su ejecución en los Proyectos fin de carrera que realizan los alumnos de la titulación de Informática, por lo que la consecución de los objetivos se ve condicionada, por un lado, al número de alumnos que quieran hacer el proyecto con nosotros y, por otro lado, a la celeridad que impongan en su realización, dándose incluso casos de abandono del mismo. Por lo tanto, teniendo en cuenta los anteproyectos presentados, los objetivos concretos que nos propusimos fueron los siguientes:

- Portal web “*Aula virtual de Estadística*”:
 - o Mejorar la gestión de alumnos y cursos

- Altas, Bajas, Adscripción a grupos, Listas, etc.
- Libro electrónico: Ir incorporando capítulos, en concreto, durante el curso 2008-09 se ha trabajado en:
 - Análisis de la varianza
- Realización de *Applets estadísticos*: Algunos de los anteproyectos se han presentado a lo largo del último curso, pero otros lo fueron con anterioridad y a principios del curso 2008-09 aún no habían sido terminados. Entre unos y otros, los temas tratados se refieren a :
 - Función de probabilidad. Función de densidad. Función de distribución
 - Simulación de distribuciones discretas a partir de una urna
 - Distribución en el muestreo de la diferencia de medias en poblaciones normales
 - Probabilidades y cuantiles en la distribución normal. Manejo de tablas
 - Distribuciones en el muestreo: Análisis de la varianza
 - Contraste de hipótesis en distribuciones discretas
 - Elementos que intervienen en un contraste sobre una proporción
 - Simulación de muestreo de captura y recaptura
- Las modificación y/o mejora de applets ya realizados previstas para este proyecto se refieren a:
 - Contrastes de hipótesis. Errores tipo I y II. Curva OC.
 - Mejora y unificación de applets sobre representación de distribuciones y distribución de la media muestral

3. Descripción de la experiencia

En este curso 2008-09 se han realizado nuevos applets y se ha continuado con la confección del libro electrónico.

3.1. Libro electrónico.

A lo largo de este curso se han completado los capítulos correspondientes a contrastes con una muestra y a análisis de la varianza y se ha mejorado el de estadística descriptiva

3.2. Desarrollo de nuevos Applets:

Se ha trabajado en la visualización del objetivo del análisis de la varianza, en los conceptos de función de probabilidad de una variable discreta y su correspondiente para variable aleatoria continua, la función de densidad de probabilidad de una variable aleatoria discreta, así como la función de distribución de ambos tipos de variable aleatoria. Se han terminado los applets que sirven de apoyo a los conceptos de probabilidad y función de probabilidad de una variable aleatoria a partir de la simulación de extracciones con o sin reposición de las bolas de una urna.

Respecto de la inferencia estadística, se han programado applets correspondientes a distribución en el muestreo de la diferencia de medias en poblaciones normales, por los casos habituales:

- Varianzas conocidas
- Varianzas desconocidas e iguales
- Varianzas desconocidas y distintas

También se ha programado un applet muy completo sobre contraste de hipótesis en distribuciones discretas y se ha mejorado el applet sobre contraste de hipótesis sobre la media

de una población normal con varianza conocida, con los que se pueden explicar y visualizar todos los conceptos fundamentales del contraste de hipótesis estadísticas.

Finalmente, se han desarrollado applets para mejorar la comprensión y uso de tablas estadísticas mediante la puesta en a punto de los correspondientes a tipificación en una distribución normal y a manejo de tablas $N(0;1)$

3.3. Modificación y mejora de applets ya realizados

Se han completado los correspondientes a distribuciones continuas y, como se ha indicado, el de contraste de hipótesis para la media de una población Normal, que incluye la visualización de los conceptos de errores de tipo I y II. y el de curva OC.

4. Materiales y métodos

Para el desarrollo de nuestras propias simulaciones, se ha utilizado Java 4 de Sun Microsystems, ya que cumple todos los requisitos para realizar satisfactoriamente todos los objetivos expuestos. También se ha hecho uso de librerías de funciones estadísticas programadas en Java como: VisualNumerics desarrollado por Rubin, paquete que contiene un gran número de funciones estadísticas y matemáticas implementadas y Danby creada por Charles Stanton, que posee muchas características importantes, entre las que cabe resaltar una potente clase para la representación gráfica y escalado de las imágenes.

La gestión de base de datos de usuarios se ha realizado con MySQL por tres razones principalmente: Rapidez en la realización de consultas, está instalado en el servidor de la Universidad de Córdoba y es relativamente sencillo, crear script PHP que interactúan con bases de datos MySQL.

El entorno Web estaba realizado con PHP 4.0 que permite crear páginas web dinámicas y tiene una gran conectividad con MySQL, por este motivo se ha mantenido este software en las mejoras efectuadas.

El apartado de la metodología hay que tratarlo desde dos puntos de vista, por un lado, el desarrollo de las herramientas del proyecto y, por otro, el uso en el aula de los materiales que se van generando.

Con relación al primer aspecto, desarrollo de las herramientas, el procedimiento es el siguiente: tenemos una relación del trabajos a realizar constituido por creación de nuevos applets, mejora de applets existentes, mejora del portal web, capítulos del libro electrónico, etc.. Esta relación es ofrecida a los alumnos de la titulación de Ingeniero Técnico en Informática que desean realizar el Proyecto fin de carrera con nosotros para que elijan el que les resulte más conveniente. Una vez elegido el tema, se les asigna el director del proyecto y se les da de alta como desarrolladores en el portal correspondiente, en el que tienen acceso a la documentación de los proyectos realizados anteriormente por otros compañeros, así como a la dirección electrónica de los mismos. Se elige el lenguaje de programación, normalmente Java para los applets y PHP para páginas web, y se especifica más exactamente el contenido del proyecto. Posteriormente, una vez que empiezan a profundizar en el conocimiento del lenguaje se van concertando citas con el/los director/es del proyecto o profesores del Departamento, donde se van resolviendo los problemas que puedan surgir y se va perfilando el aspecto que va a tener la aplicación. Con referencia a los applets, cuando hay una primera versión ejecutable, se coloca en el portal "Simulaciones estadísticas" para que pueda ejecutarse desde Internet, pero, como es muy posible que tenga fallos más o menos importantes, solamente es visible para los usuarios autorizados (directores de proyecto, profesores). Una vez que se ha contrastado su funcionamiento, se la considera versión definitiva y se abre para su utilización por parte de cualquier persona desde la red. A pesar de

esto, siempre se detectan fallos a posteriori, o posibles mejoras que, si tienen la suficiente entidad, pueden ser objeto de un nuevo proyecto.

Con respecto al uso en el aula de los materiales generados, hay que decir que llevamos utilizando ya varios años los applets creados en la explicación de los distintos conceptos estadísticos. En realidad, cuando un applet es colgado en el portal y es contrastado su funcionamiento, inmediatamente se usa en el aula si se corresponde con el tema a desarrollar, incluso se usan algunos aunque no sean definitivos siempre que las deficiencias no sean de concepto.

Con ocasión del proyecto concedido en la convocatoria 2007-08, se mejoró la parte del portal referente a la gestión de alumnos, para poder adscribir a los alumnos por grupos de manera que cada profesor tenga acceso solo a los de su grupo, y que los alumnos solo tengan acceso a los materiales que les correspondan. Precisamente en este portal es donde se van colocando los capítulos del libro electrónico para que los alumnos puedan hacer uso de él.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso

En primer lugar comentar que todas las aplicaciones generadas: libro electrónico, simulaciones, materiales, etc. están disponibles en la dirección correspondiente al Aula Virtual de Estadística (Figura 1): http://www.uco.es/estadistica_virtual. A partir de ella, el acceso al libro electrónico y a los materiales de las distintas asignaturas está restringido a los alumnos dados de alta en las mismas, mientras que las simulaciones son públicas y se encuentran en la dirección: http://www.uco.es/simulaciones_estadisticas (Figura 2)

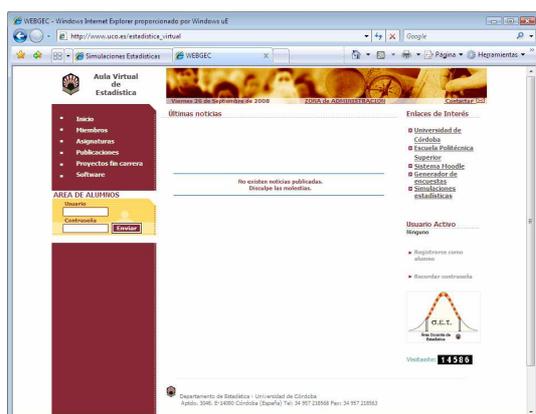


Figura 1: Aula virtual de Estadística

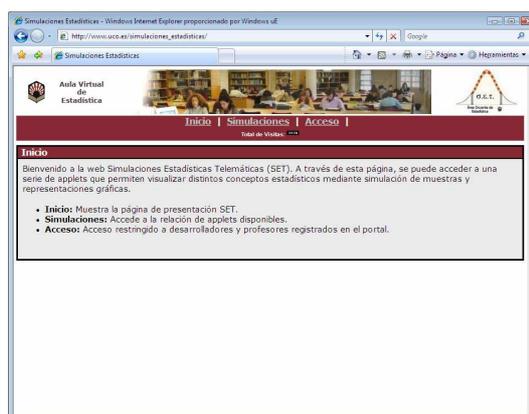


Figura 2: Simulaciones estadísticas

Con respecto a los applets desarrollados para este proyecto, varios corresponden a modelos de distribución de variables aleatorias, tanto discretas como continuas, y se refieren a los conceptos básicos de función de probabilidad, para la que se han programado applets que muestran la definición de la función de probabilidad de una variable discreta a partir de la extracción de bolas de dos posibles colores de una urna cuya composición se fija de antemano, si la extracción se realiza con reposición, se obtiene el modelo binomial, pero si se realiza sin reemplazamiento, surge el modelo de variable aleatoria hipergeométrica (Figura 3). También han desarrollado applets que simulan la extracción de bolas de una urna, tanto en el caso de extracción con reemplazamiento, que da lugar al modelo de distribución binomial (Figura 4), como sin él, lo que origina el modelo de variable aleatoria hipergeométrica

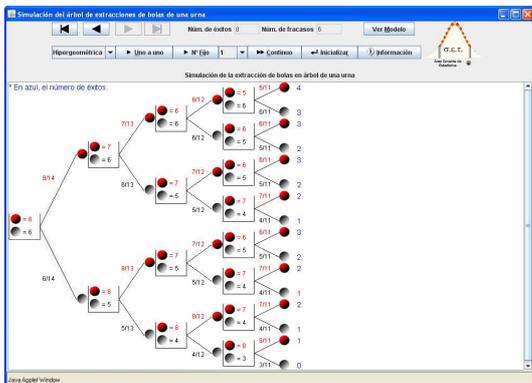


Figura 3: Construcción del modelo de v.a. para extracción sin reemplazamiento

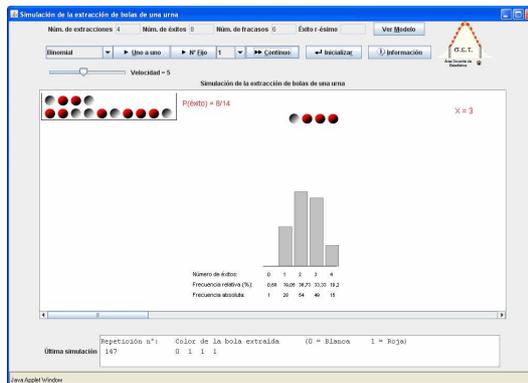


Figura 4: Simulación de extracción con reemplazamiento

Se han programado applets que permiten introducir los conceptos de función de densidad de probabilidad de una variable aleatoria continua (Figura 5) y su correspondiente función de distribución (Figura 6)

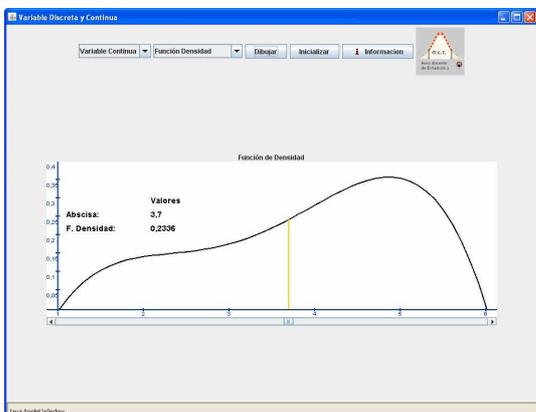


Figura 5: Función de densidad de una v.a. continua

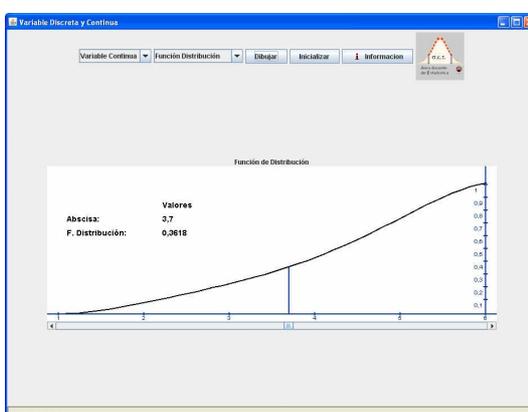


Figura 6: Función de distribución de una v.a. continua

Para el caso concreto de una v.a. Normal, se han programado applets que permiten comprobar cómo la tipificación de cualquier v.a. $N(\mu; \sigma^2)$ conduce a la $N(0; 1)$ y otro que ilustra el uso de tablas de ésta última distribución. Figuras 7 y 8, respectivamente.

Otro conjunto de applets completan los correspondientes a distribución en el muestreo de estadísticos correspondientes a dos muestras procedentes de distribuciones Normales, se refieren a la diferencia de medias, tanto en el caso de varianzas conocidas (Figura 9), como para el de varianzas desconocidas pero iguales, véase la Figura 10.

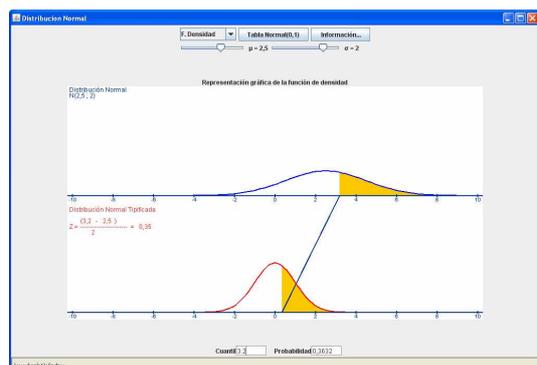


Figura 7: Tipificación de una Normal

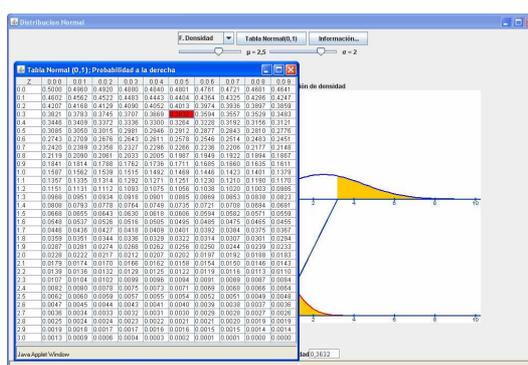


Figura 8: Manejo de tablas de la $N(0;1)$

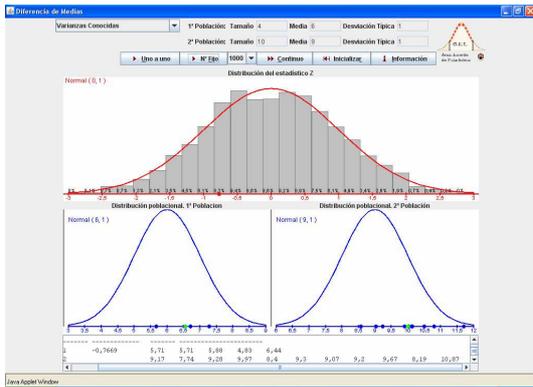


Figura 9: Distribución en el muestreo. Dif. de medias. Varianzas conocidas

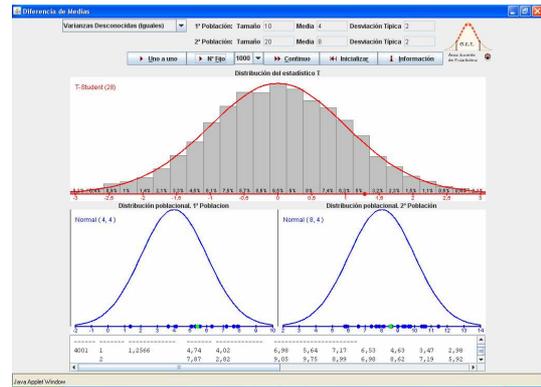


Figura 10 Distribución en el muestreo. Dif. de medias. Varianzas desconocidas

Respecto a los contraste de hipótesis estadísticas, se ha programado un nuevo applet para el caso en que la decisión se base en la distribución de variable aleatoria discreta (Figura 11). Se introducen los conceptos a partir de un ejemplo muy cercano al alumno: se trata de estudiar los distintos problemas asociados a la decisión por aprobar o suspender a un alumno a partir de examinarlo sobre una supuesta asignatura, cuyo contenido se supone condensado en una serie de N preguntas de tipo test, de las que se impone un número mínimo (A), o una proporción (A/N) como conocimiento sin el cual no se puede superar la asignatura. El examen consiste en seleccionar aleatoriamente un total de n preguntas de las N , que el alumno debe responder, se trata de establecer cuál debe ser el criterio a tomar para decidir aprobar o suspender al alumno. Con ello se puede apreciar los posibles errores asociados a la decisión: suspender a un alumno que sabe la proporción de cuestiones requeridas o aprobar a un alumno que no las sabe, son los errores de tipo I y II, las probabilidades asociadas a estas decisiones se pueden calcular suponiendo conocido el valor de A o la proporción A/N .

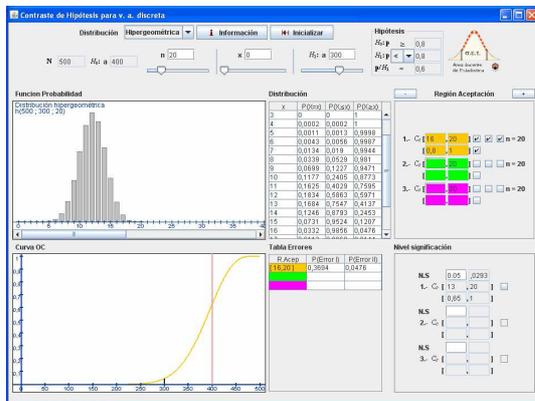


Figura 11 Contraste de hipótesis. Caso discreto

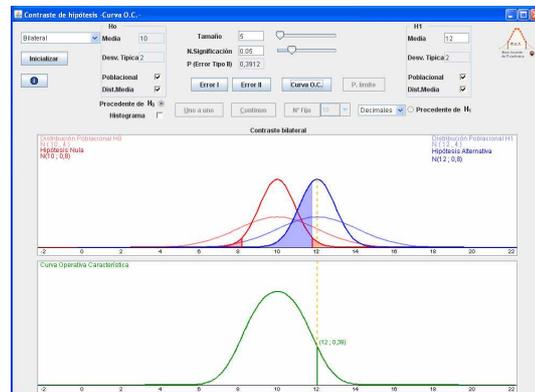


Figura 12 Contraste de hipótesis. Caso continuo

En el caso de que el contraste se resuelva en base a una variable aleatoria discreta, se ha mejorado el applet correspondiente a contraste de hipótesis para la media de una población Normal con varianza conocida, aumentando su operatividad y mejorando las opciones de las que disponíamos, la Figura 12 muestra una realización de este applet.

Así como se han desarrollado nuevos applets y se han modificado otros, también se han terminado y puesto a disposición del alumno en la web http://www.uco.es/estadística_virtual, Figura 1, temas del libro electrónico. Cada tema contiene enlaces a un glosario y a ejercicios resueltos o por resolver, al activar el enlace a los ejercicios, se entra en un entorno que

permite la modificación de datos e incluso incorporar ficheros con datos externos, para que el alumno pueda utilizar el software desarrollado también para resolver ejercicios que tengan distintos enunciados, véase la Figura 13.

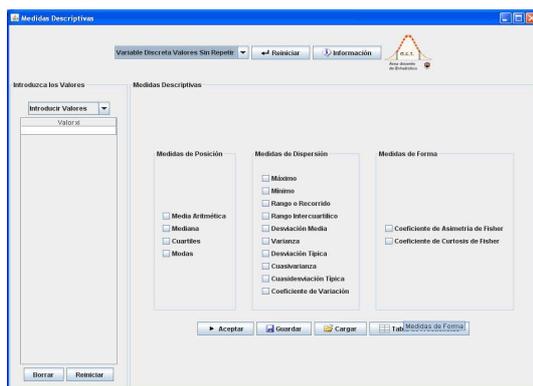


Figura 13 Calculadora estadística

Son varios los temas incorporados ya al libro electrónico. Durante el presente curso se ha completado el correspondiente a Análisis de la varianza (Figura 14), en el que se ven las cuestiones básicas referentes al contraste de comparación de varias medias. También contiene enlaces a ejercicios resueltos o por resolver (Figura 15) y a los applets correspondientes.

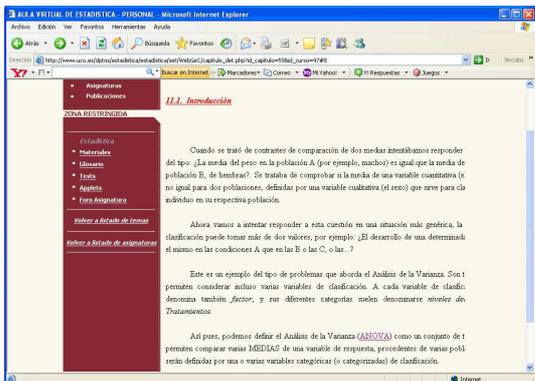


Figura 14 Tema 11: Análisis de la varianza

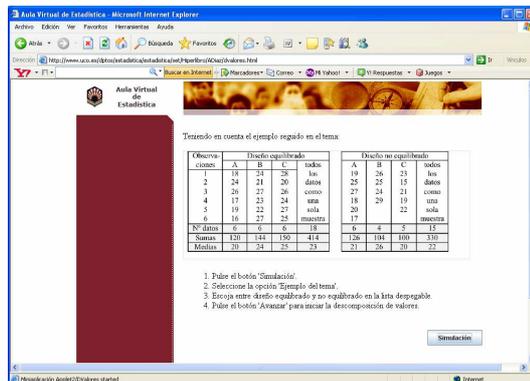


Figura 15 Ejemplo de cálculo con botón ejecutar para abrir la calculadora.

Con motivo de la creación del libro electrónico, se han ido programando applets específicos, que permiten mostrar paso a paso los distintos cálculos implicados, en la Figura 16 aparece la correspondiente al análisis de la varianza, pero también otros de simple contenido didáctico, como el que, para el mismo tema, se muestra en la Figura 17.

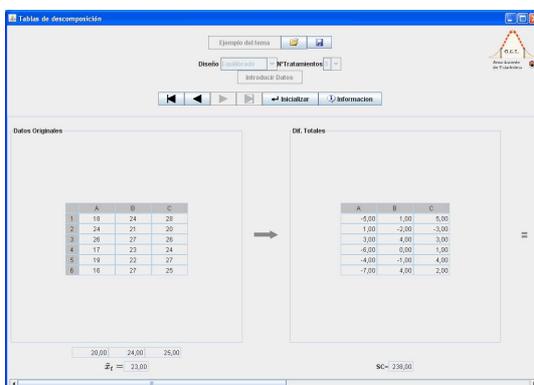


Figura 16 Cálculos del Análisis de la varianza

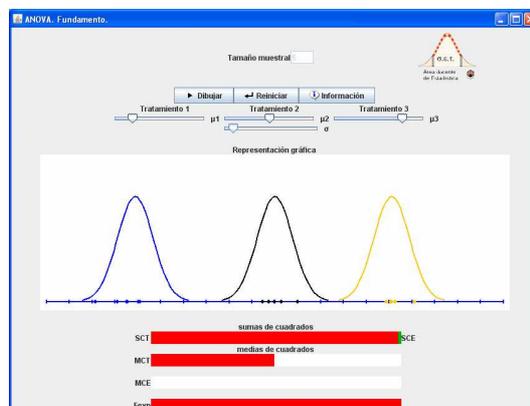


Figura 17 Elementos del contraste en el Análisis de la varianza.

6. Utilidad

Un primer beneficio del presente proyecto de innovación se refiere al propio alumno que realiza el proyecto fin de carrera en el mismo, ya que supone un ejercicio próximo al desarrollo de la actividad profesional del futuro Ingeniero Técnico en Informática, obligándolo a realizar un trabajo por encargo, con unos requerimientos de calidad y temporalización precisos.

Por otro lado, el trabajo en sí mismo es útil para la comunidad universitaria, ya que permite facilitar el autoaprendizaje de los alumnos de un curso básico de Estadística tanto directamente a través del libro electrónico y sus utilidades como con el uso de los applets de simulaciones incluidos en la web. Los alumnos usuarios del sistema dispondrán de un material muy útil como ayuda en su aprendizaje, también les proporcionará unos apuntes revisados y fiables, bien ilustrados con abundantes ejemplos, que, junto con la calculadora estadística, permitirán la repetición de ejercicios a resolver, modificando exclusivamente sus datos, lo que sirve para el entrenamiento del alumno en este tipo de ejercicios, contando siempre con la posibilidad de encontrar la solución generada por el programa y poder compararla con la determinada por él propio alumno con cálculo manual

A los profesores de Estadística también nos resulta de utilidad este tipo de materiales, pues facilitan la explicación de muchos conceptos que de otro modo requieren un difícil procedimiento matemático, de alcance muy superior al nivel habitual de nuestros alumnos.

7. Observaciones y comentarios

Una cuestión que hemos comentado en anteriores memorias es el problema del mantenimiento de la web y la actualización de Applets: Los alumnos desarrolladores dejan la Universidad después de leer su Proyecto y la subsanación de fallos detectados a posteriori y las mejoras que se deban realizar suelen quedar pendientes, pues en sí mismas no tienen entidad para suponer un Proyecto para un nuevo alumno ni el profesorado tiene posibilidad de reprogramar lo que ellos han hecho, por ello sería de vital importancia contar con personal de apoyo informático para el mantenimiento de la web y la revisión de los applets ya colgados en ella.

8. Autoevaluación de la experiencia

Por un lado hay que tener en cuenta el efecto positivo que tiene en los desarrolladores el tener un portal disponible con información de proyectos similares que han realizado otros compañeros, como fuentes, ejecutables, manuales, direcciones. Esto supone que el alumno no se enfrenta solo y sin documentación al proyecto y se refleja en las buenas calificaciones que obtienen en la defensa del mismo. Por otro lado, los profesores del departamento tienen un lugar común, el aula virtual de Estadística, donde se pueden compartir de una manera simple materiales generados por ellos para las distintas asignaturas y ponerlos a disposición de los alumnos. Finalmente, éstos pueden encontrar cuantiosa información relacionada con la asignatura, tanto para su estudio (libro electrónico que se está realizando), comprensión de los conceptos (simulaciones), realización de ejercicios, etc. Por todo ello, valoramos como muy positivo el trabajo que realizado en estos años dentro del proyecto que venimos desarrollando.

La aceptación del aula virtual de estadística se puede valorar de bastante alta, el número total de visitas a la web del alumno es superior a 40000, mientras que el número total de visitantes en la página de applets es superior a 5000.

9. Bibliografía

La lista que sigue constituye una referencia básica tanto de elementos de software y su diseño, como de conceptos estadísticos que se han desarrollado en las distintas utilidades puestas a punto con ocasión de este proyecto.

Alvarez García, A. y Morales Grela, J.A. *HTML 4*. Madrid. Anaya multimedia. 2000.

Booch, G.: *El proceso unificado de desarrollo de software*. Pearson Educación. Madrid, 2002.

Diz P. J. y Jurado B., M.: *Apuntes de Estadística*. Don Folio. Córdoba, 2004.

Espejo M., R.A. y Gallego S., A.: *Fundamentos de Estadística*. Don Folio. Córdoba, 2003

Eckel, B. *Thinking in Java*. 1ª ed. Prentice Hall. 1998.

Gallego Vázquez, J. A. *Desarrollo Web con PHP y MySQL*. Madrid. Anaya multimedia. 2003.

Holzner, Steve. *La biblia de Java 2*. Madrid. Anaya multimedia. 2000.

Luque Ruiz, I; Gómez Nieto, M.A. *Ingeniería del Software. Fundamentos para el desarrollo de sistemas informáticos*. 1ª ed. Córdoba. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 1999.

Luque Ruiz, I; Gómez Nieto, M.A. *Diseño de Bases de Datos Relaciones*. Madrid. Editorial RaMa. 1997.

Lugar y fecha de la redacción de esta memoria

En Córdoba, a 18 de septiembre de 2009.