

ESTADLAB: SOFTWARE MULTIPLATAFORMA DE APOYO A LA DOCENCIA DE PROBABILIDAD, VARIABLES ALEATORIAS Y PROCESOS ESTOCÁSTICOS

Alonso I, Fernández JR, Pascual A.

Laboratorio de Bioingeniería y Cronobiología. Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones.
Universidad de Vigo

RESUMEN

EstadLab es una herramienta informática para Macintosh y Windows que se ha desarrollado con el objetivo de facilitar a los alumnos de primer ciclo de Ingeniería de Telecomunicación la comprensión y asimilación de conceptos básicos de teoría de la probabilidad. El software consta de un conjunto de prácticas interactivas donde se combinan simulaciones de experimentos, representaciones gráficas y cuestiones de autoevaluación.

Palabras y frases clave: software educativo, teoría de la probabilidad, procesos estocásticos.

1. INTRODUCCIÓN

La implantación del nuevo plan de estudios de Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad de Vigo en el curso 1994-95 obligó a renovar en parte las estrategias docentes al aumentar el número de créditos prácticos de las asignaturas. En la asignatura de Caracterización de Señales Aleatorias (CSA) optamos desde un principio por desarrollar prácticas asistidas por ordenador empleando como base la versión de estudiante de MatLab [Hanselman 1997]. A lo largo de los años hemos ido desarrollando varios módulos que cubren distintas partes del temario, algunos de los cuales han sido presentados en congresos anteriores de la SGAPEIO y en el boletín Informest [Fernández et al., 1997; Alonso et al., 2000; Alonso et al., 2001]. EstadLab es el resultado de la integración de todos los módulos desarrollados en una única aplicación, flexible y adaptable a diferentes ámbitos académicos.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SOFTWARE

EstadLab consta de un conjunto de prácticas interactivas donde se combinan simulaciones de experimentos, facilidades de cálculo estadístico, representaciones gráficas y cuestiones de autoevaluación. Las prácticas están agrupadas en cinco módulos que corresponden a las siguientes temáticas: Probabilidad, Variables Aleatorias (VA), Transformaciones de VA, Sucesiones de VA y Procesos Estocásticos (figura 1).

Nuestros objetivos fundamentales a la hora de diseñar la aplicación fueron los siguientes:

- Obtener una aplicación robusta y de fácil manejo.
- Facilitar el aprendizaje de los alumnos.

Para ello se construyó una aplicación con un interfaz amigable basado en menús y cuadros de diálogo, cuya estructura es común a todos los módulos. Además, se incluyó una amplia gama de mensajes de error que guían al alumno en el caso de que no introduzca parámetros correctos o intente realizar acciones que no procedan.

Por otra parte, se eligieron cuidadosamente los ejemplos utilizados para explicar cada concepto. Se dotó a todas las prácticas de una serie de posibilidades que sirven para situar al alumno en el problema que se va a resolver y para profundizar en él.

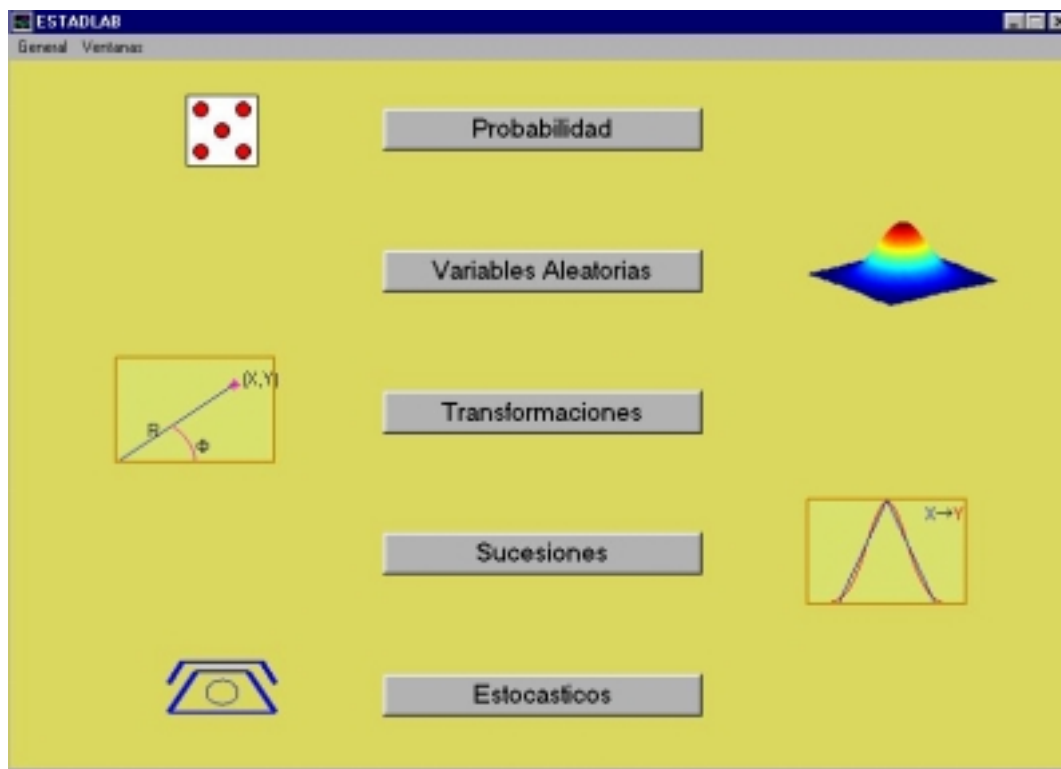


Figura 1. Ventana principal de EstadLab

En cada módulo se implementaron los siguientes menús:

Menú General: En él se puede consultar información sobre el entorno de trabajo, la base teórica del problema que se va a tratar y las aplicaciones prácticas del tema de estudio.

Menú Cuestiones: Permite plantearle al alumno problemas relacionados con el tema de la práctica. El profesor puede incluir fácilmente preguntas de tipo test, de verdadero o falso o de respuesta numérica. Las preguntas se corrigen de forma automática y permiten la posibilidad de mostrar una explicación de la solución.

Menú Evaluación: Permite plantearle al alumno un conjunto de preguntas sobre la temática correspondiente al módulo de trabajo. El profesor puede seleccionar un conjunto concreto de preguntas para evaluar, o indicarle al programa que seleccione aleatoriamente un número de preguntas de entre un determinado conjunto. EstadLab no incorpora en la actualidad ningún mecanismo de seguridad que impida a los alumnos acceder a los ficheros de preguntas, por lo que esta función por el momento se emplea fundamentalmente como autoevaluación.

Recientemente hemos incorporado una herramienta de software adicional, denominada EditorQ, que permite de una forma muy sencilla personalizar el software en cuanto a las cuestiones que se incluyen en cada tema, las cuestiones de evaluación, etc.

Por último señalar que EstadLab es una herramienta multiplataforma, que funciona tanto en Macintosh como en Windows sobre Student MatLab 5 y Student Simulink 2, un software científico muy versátil y de bajo coste. La versión para Macintosh se ha empleado durante los cursos 2001/02 y 2002/03 para las prácticas de CSA, y su resultado ha sido satisfactorio.

En los siguientes apartados nos centraremos en los módulos de Transformaciones y de Sucesiones de VA (que no habían sido presentados previamente) y en la aplicación EditorQ (para información sobre los demás módulos consultar la bibliografía).

3. EL MÓDULO DE TRANSFORMACIONES DE VARIABLES ALEATORIAS

Este módulo consta de cinco prácticas que tratan sobre la distribución exponencial condicionada, el mínimo de exponenciales independientes, la suma de exponenciales y de normales independientes y la transformación de coordenadas cartesianas a polares. El objetivo de estas prácticas es que los alumnos resuelvan mediante sus conocimientos teóricos un problema de transformación de VA y que después comprueben empíricamente el resultado mediante una simulación.

En todas ellas se sigue un esquema similar al de la figura 2, que corresponde a la práctica de la suma de normales independientes. El alumno elige los parámetros de las variables que se van a transformar (X e Y) y el número de muestras que el ordenador generará de cada una. EstadLab representa gráficamente el histograma de X e Y y sus funciones de densidad de probabilidad (fdp) superpuestas (ventanas gráficas de la izquierda). En la ventana derecha se representa el histograma de la muestra obtenida tras aplicar la transformación correspondiente (en este caso $z_i = x_i + y_i$). Es el alumno el que debe de representar la fdp teórica que habrá obtenido analíticamente para comprobar si se ajusta al histograma. Para ello sobre la misma ventana de trabajo dispone de unas casillas donde puede definir la rejilla de abscisas y los valores de la fdp a representar en el eje de ordenadas (para realizar esta operación se necesita adquirir conocimientos básicos de MatLab). Existe una opción de borrado que permite limpiar la gráfica en aquellos casos en que los resultados obtenidos no sean adecuados.

Por otra parte, también se representan en la ventana de la derecha las fdp de X e Y , para compararlas con la fdp de $Z = X + Y$. Así el alumno puede analizar la influencia de los parámetros de X e Y sobre Z . En el ejemplo de la figura 2, la fdp de Z y la de Y son muy similares, debido a que X tiene media cero y la varianza de Y es mucho mayor que la de X .

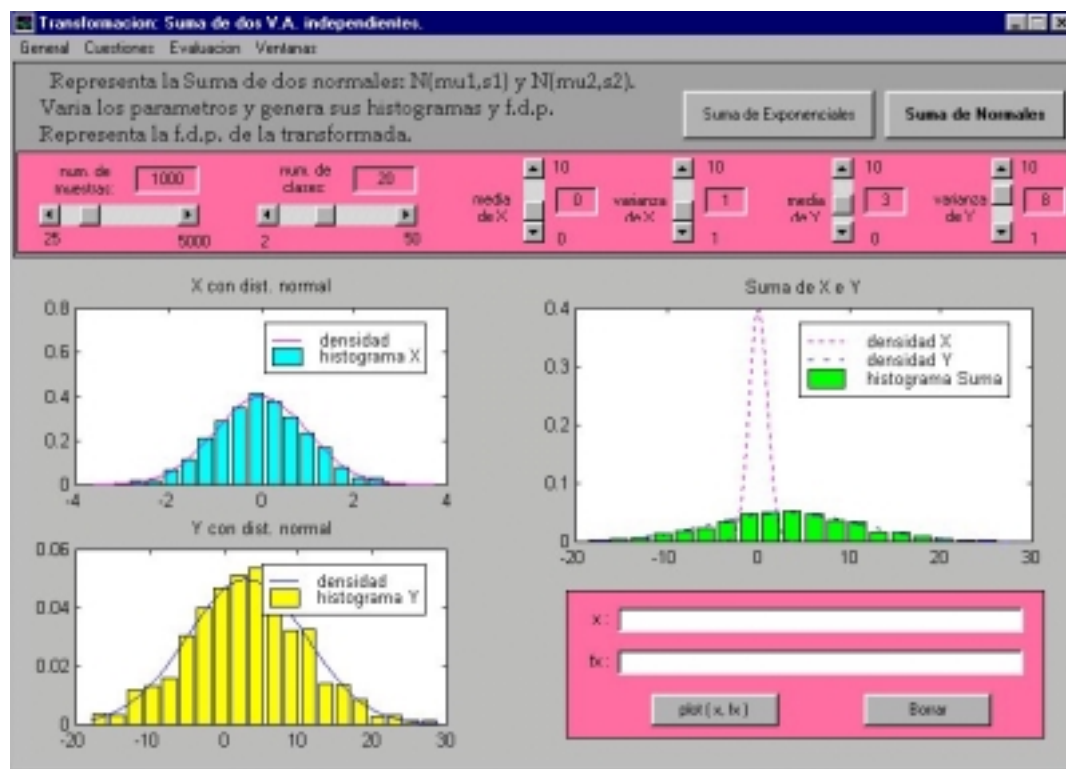


Figura 2. Práctica sobre la suma de VA normales independientes

4. EL MÓDULO DE SUCESIONES DE VARIABLES ALEATORIAS

Éste módulo de EstadLab consta de cuatro prácticas que abordan el teorema de Bernoulli, las leyes de los grandes números y el teorema central del límite. El objetivo de estas prácticas es realizar una serie de simulaciones que permitan comprobar al alumno distintas propiedades estadísticas y observar el significado práctico de distintos teoremas relacionados con las sucesiones de variables aleatorias.

En la figura 3 se representa la ventana de trabajo de la práctica del Teorema de Bernoulli. En ella se simula un experimento genérico en el que el alumno fija la probabilidad de un suceso determinado. El objetivo es representar la evolución de la frecuencia relativa de este suceso en función del número de veces que se realiza el experimento (número de muestras en la figura 3). Además se pueden representar simultáneamente varias gráficas para comparar su evolución (número de realizaciones).

El alumno puede observar las importantes diferencias entre las distintas gráficas cuando el número de muestras es todavía pequeño, la progresiva estabilización de las mismas en función del tamaño muestral, o la relación que existe entre el valor de la probabilidad del suceso y la velocidad de convergencia.

Entre las demás prácticas de este módulo podríamos destacar una de las que tienen que ver con el Teorema Central del Límite, en la que se puede observar la convergencia de la fdp de la suma de uniformes independientes en función del número de sumandos.

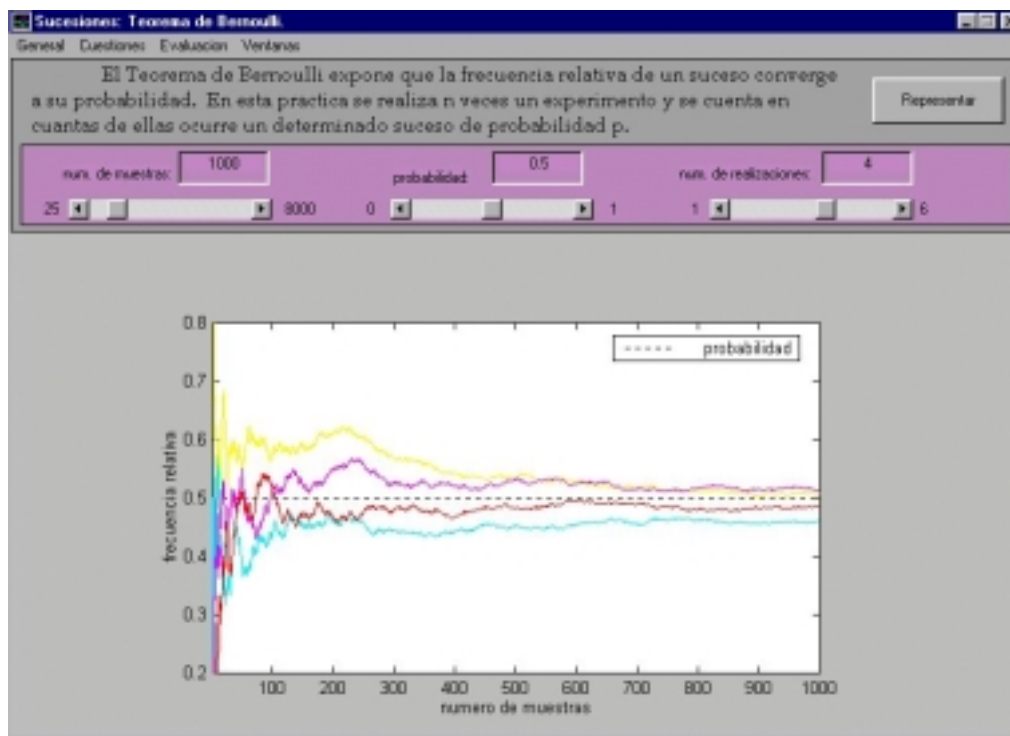


Figura 3. Práctica sobre el teorema de Bernoulli

5. EDITORQ: HERRAMIENTA DE PERSONALIZACIÓN DE ESTADLAB

El sistema de cuestiones y evaluación de EstadLab da al alumno la oportunidad de poder repasar y poner a prueba los conocimientos adquiridos durante las clases teóricas y prácticas y constituye una de sus principales cualidades como herramienta docente. Nuestro objetivo era que esta característica del software tuviese un carácter dinámico que permitiese al profesor, y sólo al profesor, actualizar las preguntas en cualquier momento de forma cómoda. Para ello se diseñó EditorQ, una herramienta complementaria que también funciona sobre la versión del estudiante de MatLab, que permite de forma sencilla e intuitiva realizar las siguientes acciones:

- Editar nuevas cuestiones con todos sus parámetros:
 - Si es de tipo test, de respuesta numérica o de verdadero y falso
 - Especificar su enunciado y su respuesta correcta.
 - Especificar una breve explicación de la respuesta.
- Añadir, modificar o borrar las cuestiones de cada una de las prácticas
- Definir los grupos de cuestiones que se incluyen en la opción de evaluación

La ventana de trabajo correspondiente a la definición de las cuestiones de evaluación se incluye en la figura 4. En primer lugar se debe seleccionar el tema (módulo) del que se quieren editar las cuestiones de evaluación. Una vez seleccionado aparecen en la caja de la parte superior de la ventana las cuestiones que están almacenadas actualmente. Desde esta misma ventana se pueden modificar o borrar estas cuestiones o añadir otras nuevas. Por último, se pueden crear listas de cuestiones de evaluación. Esta opción permite al profesor predefinir dos listas de preguntas A y B y posteriormente decidir si el alumno se autoevaluará con la lista A, con la B o bien con una lista aleatoria con un número determinado de preguntas. Esta lista aleatoria se genera automáticamente en el momento que el alumno se va a evaluar y a partir de todas las preguntas disponibles para el módulo de prácticas correspondiente.

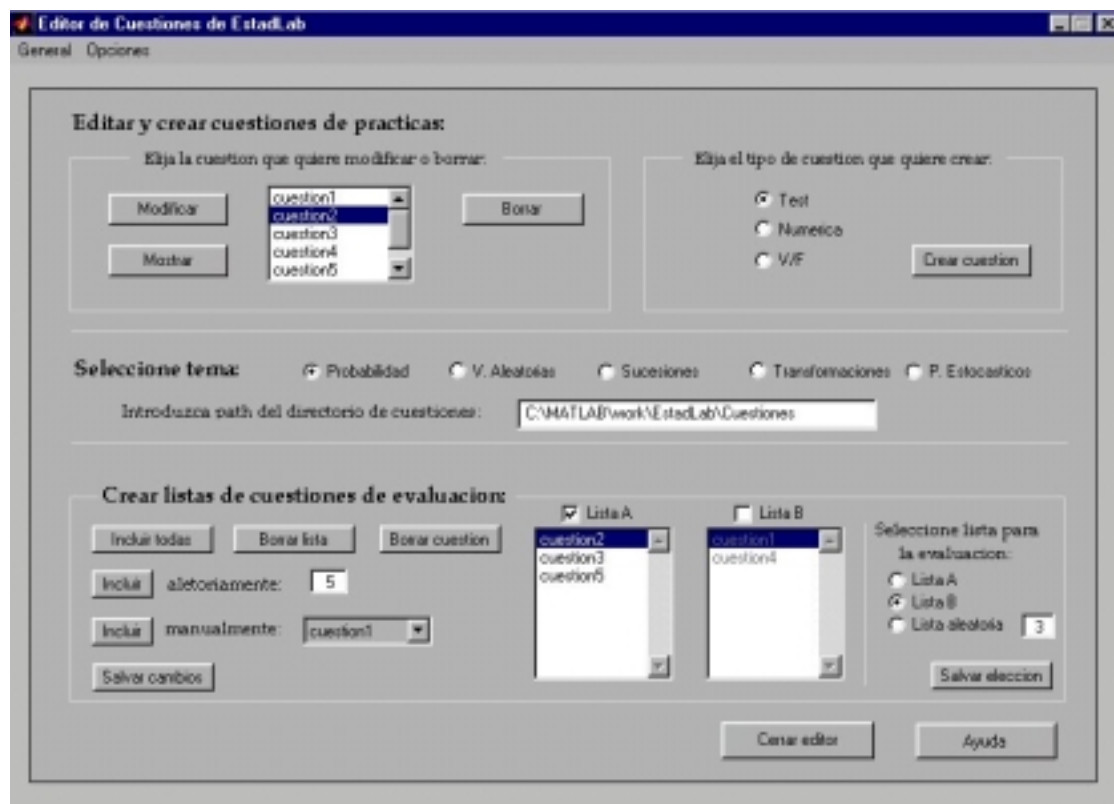


Figura 4. EditorQ: Ventana para la personalización de las preguntas de evaluación

EditorQ permite que EstadLab se adapte fácilmente a distintos entornos educativos, ya que en general las simulaciones están orientadas a la explicación de conceptos básicos y son las cuestiones las que sirven para modular el nivel de complejidad que se desea exigir a los alumnos.

6. INFORMACIÓN Y DESCARGA

Las dos versiones que existen de EstadLab, para Mac y Windows están disponibles desde la siguiente dirección de internet: <http://www.tsc.uvigo.es/BIO/Docencia/CSA/EstadLab.html>

7. AGRADECIMIENTOS

Los responsables de este trabajo queremos expresar nuestro agradecimiento a los alumnos que durante estos años han colaborado en la realización de EstadLab, que por orden cronológico han sido: Pablo Rivas Cao, Ana Villar Guzmán y Ana Isabel Blanco Freire.

8. REFERENCIAS

- Alonso I, Fernández JR, Villar A. (2000): “Una herramienta informática de apoyo a la docencia de probabilidad y variables aleatorias”. *Informest (Boletín da SGAPEIO)* 13, 5–10.
- Alonso I, Fernández JR, Pascual A. (2001): “Una herramienta informática de apoyo a la docencia de procesos estocásticos”. *Actas del V Congreso Gallego de Estadística e Investigación operativa*. Ferrol, pp 137-143.
- Fernández JR, Rivas P, Alonso I. (1997): “Una herramienta basada en MatLab para la docencia de la inferencia estadística”. *Actas del III Congreso Gallego de Estadística e Investigación operativa*. Lugo, pp 137-143.
- Hanselman D, Littlefield B. (1997): *The Student Edition of MATLAB, Version 5: User's Guide*. New Jersey: Prentice Hall, 429 pp.
- The Mathworks Inc. (1998): *The Student Edition of Simulink, Version 2: User's Guide*. New Jersey: Prentice Hall, 224 pp.