

Simulaciones Informáticas en la Enseñanza de Estadística

Autores

Gamba, Cristian y Fernández, Daniel

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo

cgamba@fing.uncu.edu.ar; dfernandez@fing.uncu.edu.ar

Innovación y desarrollos tecnológicos en educación a distancia.

Resumen

El proceso de enseñanza aprendizaje en los distintos niveles del sistema educativo se ve influenciado cada vez más por las características de un sujeto del aprendizaje que maneja diferentes herramientas modernas para la adquisición de conocimientos, es este contexto, consideramos necesario dotar al docente y al alumno de nuevas herramientas didácticas que permitan establecer diferentes puentes entre los actores de este proceso más allá de la clase presencial y de las estrategias tradicionales. Por medio de simulaciones informáticas el usuario (docente, alumno) podrá interactuar con diferentes procesos analizando los cambios producidos en los mismos por la modificación de diversos parámetros permitiéndole constatar por medio de ellas las afirmaciones teóricas que subyacen en cada uno de los procesos.

Palabras claves: Estadística. Educación. Informática. Simulación. Didáctica.

Antecedentes

La experiencia descrita en esta oportunidad es un nuevo aporte del equipo a la línea de trabajo que viene desarrollando en relación con el espacio curricular involucrado. Los primeros antecedentes son dos proyectos de investigación que se titulan: "Proyectos de Análisis de Datos. Un recursos didáctico para la enseñanza de la Estadística en carreras de Ingeniería" y "Construcción de un marco para la evaluación del curso de Estadística en carreras de Ingeniería". Luego (2005-2006) se trabajó en el "Proyecto AVE: Aula Virtual de Estadística" con el objetivo general de desarrollar una propuesta de innovación educativa con la modalidad a distancia, para el curso universitario de introducción a la Probabilidad y la Estadística, en carreras de Ingeniería. Se partió del supuesto que, en la modalidad a distancia, es posible lograr resultados comparables (iguales o mejores), que los que se obtienen con los alumnos en la modalidad presencial y para ello se trabajó con una muestra reducida de alumnos (36) que cursó la asignatura en la modalidad a distancia (grupo experimental), mientras que el resto de los alumnos (198) lo hizo en la modalidad presencial (grupo control). En una segunda etapa (2007-2008), se implementó

el proyecto “Ajustando un modelo de enseñanza y aprendizaje integrados (virtual-presencial) para el curso de Estadística en carreras de Ingeniería”. El objetivo de esta segunda etapa fue desarrollar una propuesta para el curso de introducción a la Probabilidad y Estadística en carreras de Ingeniería, que ajustara un modelo de enseñanza y aprendizaje, integrando las ventajas de la educación a distancia, con el apoyo de los probados beneficios de la formación presencial.

Los mencionados proyectos fueron acreditados por la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado del Rectorado de la Universidad Nacional de Cuyo y por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Facultad de Ingeniería de la misma universidad y se han referenciado en la bibliografía.

Introducción

De las razones destacadas por diversos autores sobre por qué enseñar Estadística hoy, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Desde el **punto de vista social**, la Estadística debe ser una parte de la educación general para los ciudadanos, quienes precisan adquirir la capacidad de lectura e interpretación de tablas y gráficos estadísticos que con frecuencia aparecen en los medios informativos.
- Desde el **punto de vista de la persona**, su estudio ayuda al desarrollo personal, fomentando un razonamiento crítico, basado en la valoración de la evidencia objetiva, lo cual dará la capacidad de usar los datos para controlar los propios juicios e interpretar los de los demás. Es importante adquirir un sentido de los métodos y razonamientos que permiten transformar datos para resolver problemas de decisión y efectuar predicciones.
- En las distintas disciplinas profesionales, la Estadística constituye una herramienta indispensable para el estudio de fenómenos complejos, en los que hay que comenzar por definir el objeto de estudio y las variables relevantes, tomar datos de las mismas, interpretarlos y analizarlos.

Siguiendo a Ausubel, para que los contenidos sean aprendidos significativamente, se mencionan algunas recomendaciones:

- Tener en cuenta los conocimientos factuales y conceptuales, que el alumno ya posee, así como, actitudes y procedimientos, y cómo van a interactuar con la nueva información proporcionada por los materiales de aprendizaje. No bastando con

reproducirla, sino asimilarla e integrarla a los conocimientos previos, para su comprensión, adquiriendo así, nuevos significados o conceptos.

- Participación activa del alumno, en el aprendizaje, donde ha de tener mayor autonomía en la definición de objetivos, sus actitudes y fines.
- Basar la presentación del conocimiento en situaciones y contextos próximos a la vida del alumno, de manera que el saber disciplinar, no sólo se muestre como verdadero sino también aplicado.
- No sólo se deben relacionar los nuevos conocimientos con los contenidos previos que dispone el alumno, para que sea significativo, debe buscar y encontrar el sentido de la tarea, captando de esta manera el interés de los alumnos.
- Debe tener una motivación intrínseca, para que aprender y comprender sea una meta satisfactoria en sí misma.
- Considerar las características de los alumnos a quienes va dirigido, para reconocer cómo los alumnos han adquirido los conocimientos previos, como construcciones personales, de manera espontánea en su vida cotidiana, de la interacción con su entorno social y de la necesidad de activar conocimientos por analogía.
- Utilización de diversas técnicas para conocer lo que los alumnos ya saben: cuestionarios sobre un tema concreto, planteamientos de situaciones-problema, entrevistas individuales o en grupo.
- Consideración, de los contraejemplos y datos en contra, para ayudar a tomar conciencia, de las debilidades de lo previo, para reflexión, tanto de docentes como alumnos.
- Cuanto más complejo o difícil sea un concepto, mayores dificultades habrá para su aprendizaje por descubrimiento, por lo que se hará por exposición.

Teniendo en cuenta lo anterior es posible concluir que se está en presencia de un proceso de enseñanza y aprendizaje que cambia continuamente adaptándose a nuevas necesidades, grupos, épocas y lugares. Lo más importante no es retener algunos contenidos específicos, sino el tratar de desarrollar en los alumnos una actitud favorable, unas formas de razonamiento y un interés por completar posteriormente su aprendizaje.

El objetivo del proyecto consiste en construir recursos didácticos que puedan ser incorporados a las estrategias implementadas para la enseñanza de la Estadística en carreras de Ingeniería. Para el diseño del recurso didáctico se ha utilizado un software claro y sencillo de manejar, posible de ser utilizado de manera flexible, contribuyendo a

una mayor participación de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento y con ello a una preparación cada vez más sólida de los mismos.

La Estadística es una disciplina que, siendo imprescindible para la mayoría de las ciencias aplicadas, supone una gran abstracción y requiere un fuerte uso de recursos matemáticos, que se suelen resolver, por parte de algunos alumnos, con la aplicación irreflexiva de recetas que no siempre procuran la solución adecuada.

En la actualidad están disponibles aplicaciones desarrolladas para la visualización de conceptos estadísticos pero es un hecho comprobado que cada profesor tiene en mente su propio esquema de secuenciación de recursos a la hora de explicar un determinado concepto, con lo que a la hora de utilizar una aplicación concreta, faltan aspectos no incluidos en la misma mientras que otros que sí estaban incluidos no parecían fundamentales. Ante esto se considera conveniente realizar simulaciones propias adaptadas al proceso de enseñanza y aprendizaje que se desarrolla con determinadas particularidades en cada unidad académica.

Las simulaciones informáticas elaboradas se sumarán a los recursos disponibles para autogestión del aprendizaje por parte de los estudiantes.

Siguiendo los lineamientos fijados por Dirección de Educación a Distancia e Innovación Educativa de la Universidad Nacional de Cuyo, con la convicción de que los medios pueden favorecer la interactividad cognitiva, pero que este proceso no se establece por sí mismo ni de manera instrumental, el desafío es diseñar una serie de acciones didácticas, secuenciadas y ordenadas que le permitan al alumno la reconstrucción significativa de los contenidos en la medida en que va reconstruyendo su mirada del mundo y de sí mismo.

Teniendo en cuenta experiencias desarrolladas en otros centros de estudios, la implementación de este tipo de recursos didácticos favorece la motivación por las clases, aumenta el grado de comprensión y calidad de la asimilación de los contenidos, y la optimización del proceso de enseñanza y aprendizaje que a la vez eleva el rendimiento académico de los estudiantes.

De esta manera se puede lograr una mejor productividad en la clase, construyendo distintas variantes del problema que se presenta, en forma interactiva con el alumno. Entonces, se logra una gran eficiencia, que redundará en el tiempo que pueda utilizar el docente, para reiterar los conceptos que crea conveniente acentuar.

Recurso Didáctico

El proyecto se centra en la visualización intuitiva de conceptos estadísticos mediante la simulación de procesos aleatorios con la ayuda de la computadora, que de otro modo serían más difíciles de asimilar.

Para el desarrollo de las simulaciones se ha utilizado Visual Basic, ambiente gráfico de desarrollo de aplicaciones para el sistema operativo Microsoft Windows. Estas aplicaciones están basadas en objetos y son manejadas por eventos. En este tipo de aplicaciones la ejecución no sigue una ruta predefinida, se ejecutan diferentes secciones de código en respuesta a eventos los cuales se desencadenan por acciones del usuario, por mensajes del sistema o de otras aplicaciones. De esta manera la ruta que sigue el código de la aplicación es diferente cada vez que se ejecuta el programa según las peticiones realizadas por el usuario.

Sin entrar en el detalle particular de cada uno de los recursos elaborados, con sus correspondientes tutoriales y guías de trabajos prácticos, se describen a continuación algunas de las simulaciones desarrolladas:

- **Función densidad de probabilidad:** Esta aplicación permite introducir al estudiante en el concepto de distribuciones de probabilidad, contrastando las propiedades de la función de densidad de probabilidad durante la interacción con el modelo, calculando probabilidades y aportando las representaciones gráficas correspondientes. La Fig. 1 muestra una imagen tomada durante la simulación de un modelo matemático correspondiente al caso de la función de densidad de probabilidad.

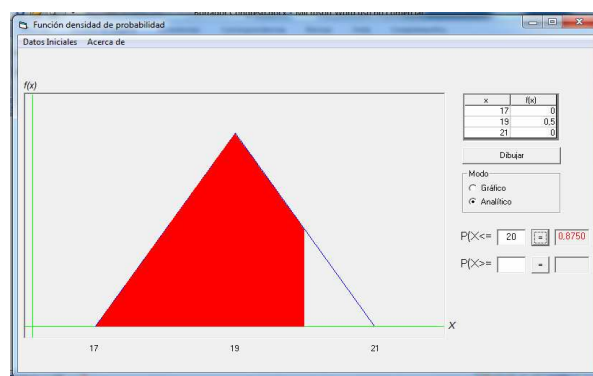


Fig. 1. Imagen correspondiente a la simulación de la función de densidad de probabilidad.

- **Aproximación entre distribuciones de probabilidad:** Se trata de simulaciones que permiten comparar la distribución de probabilidad obtenida mediante el modelo teórico que corresponde a la situación problema que se estudia y la distribución obtenida, de modo aproximado, utilizando otro modelo matemático alternativo.

Los resultados de las simulaciones se pueden observar gráfica y analíticamente. Se muestran las funciones de distribución de probabilidades, las probabilidades correspondientes a valores puntuales y el error relativo que se comete al utilizar la aproximación. Este aspecto en particular ha permitido contrastar las reglas prácticas proporcionadas por la bibliografía de referencia, con el campo de validez de las aproximaciones para el recorrido de las variables, tanto para el caso de la función de probabilidad como para la función de distribución acumulada, con un juicio crítico importante al respecto.

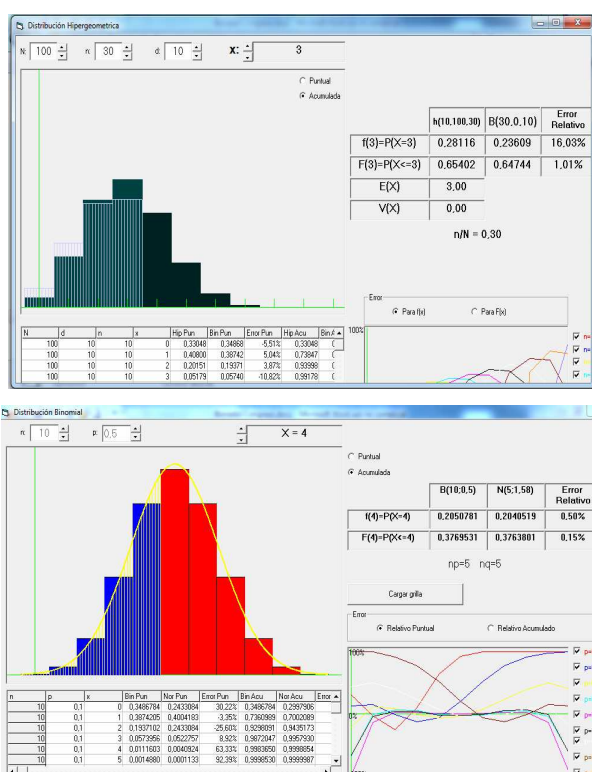


Fig. 2. Imágenes correspondientes a la simulación con modelos matemáticos para la aproximación entre distribuciones de probabilidad.

En particular, la Fig. 2 muestra las imágenes obtenidas durante la simulación de las aproximaciones realizadas entre la distribución binomial y la normal (superior) y las aproximaciones realizadas entre la distribución hipergeométrica y la binomial (inferior).

- **Muestreo:** A partir de una población genérica (uniforme, exponencial, normal o bimodal), esta aplicación permite modelar (gráfica y analíticamente) las

distribuciones de la media y la varianza muestral (Fig. 3). De manera particular, es posible analizar la influencia del factor de corrección para poblaciones finitas.

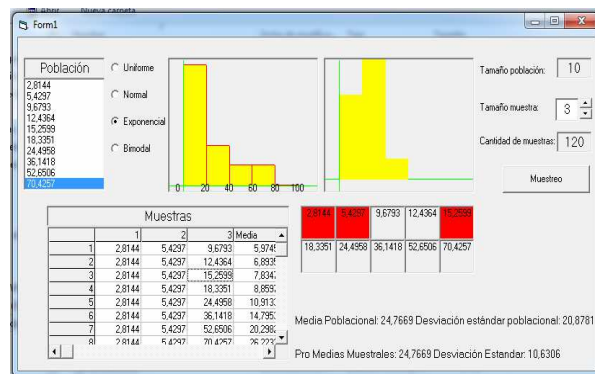


Fig. 3. Imagen correspondientes a la simulación de las distribuciones fundamentales en el muestreo.

- **Estimación por intervalos de confianza:** Este software genera, analítica y gráficamente, intervalos de confianza para la media o para la varianza (Fig. 4). Los mismos se obtienen a partir de un tamaño de la población, de un tamaño de la muestra y de un nivel de confianza definido por el usuario. Permite de esta manera verificar la relación entre la cantidad de intervalos y el nivel de confianza

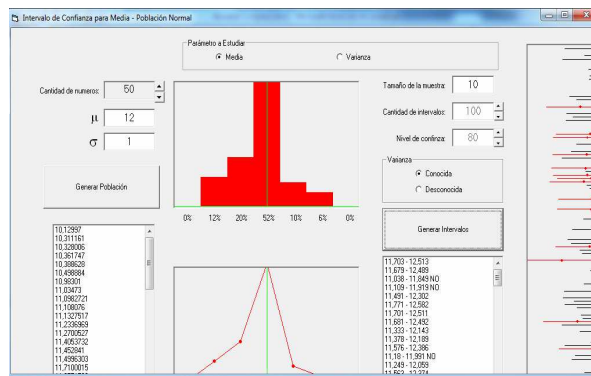


Fig. 4. Imagen correspondientes a la simulación de las estimaciones por intervalos de confianza.

- **Pruebas de hipótesis:** Por medio de esta simulación se puede apreciar la relación entre los diferentes parámetros que intervienen en una prueba de hipótesis y cómo influyen en la decisión de rechazar o no rechazar la hipótesis nula. También construye la curva de operación característica.

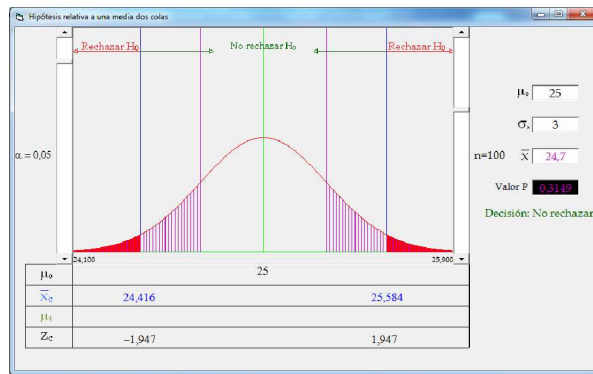


Fig. 5. Imagen correspondientes a la simulación de una prueba de hipótesis bilateral para la media de una población.

Conclusión

Según Litwin, la construcción del conocimiento es un esfuerzo dialógico de colaboración, asociado a propósitos y desafíos que se comparten, por medio de entornos (estructuras mediadoras contextualizadas que organizan la actividad e incluyen elementos del medio físico, social y cultural, con todas sus herramientas y representaciones) y todos sus artefactos (sistemas de apoyos y conjunto de herramientas contextualizadas). En esta dirección, es necesario contextualizar los procesos de comunicación desde los procesos de pensamiento en los que intervienen y de los contextos culturales (y sus entornos y artefactos) en los que se inscriben. Siguiendo esta idea, es posible concluir que la utilización de las simulaciones informáticas como recurso didáctico permiten ampliar notablemente el número y variedad de representaciones gráficas dinámicas, utilizando un lenguaje icónico que facilita la interacción. El argumento preferido es inductivo y visual, así como el estudio de ejemplos, contraejemplos y la generalización.

Acciones a futuro

Para validar el recurso, las simulaciones fueron utilizadas por el equipo docente durante las clases presenciales del año 2011, con participación pasiva de los estudiantes. A partir del agosto de 2012 se prevé mediar el recurso tanto en los encuentros presenciales como en el aula virtual de la cátedra, según se describe a continuación:

- Interacción presencial docente-alumno-software: El docente utilizará las diferentes simulaciones como apoyo de la clase teórico-práctica, para mostrar la influencia de las diferentes variables intervinientes en el proceso en estudio.
- Interacción no presencial alumno-software: Las aplicaciones estarán disponibles en la web de la cátedra para que sean descargadas por los alumnos e instaladas en su computador personal. Junto con la aplicación el alumno tendrá disponible el

instructivo de uso de la simulación y la guía de ejercicios que deberán ser resueltos y sus resultados y conclusiones subidos al aula virtual.

Durante el desarrollo del cursado se implementarán mediante el aula virtual encuestas para docentes y alumnos con el objetivo de realizar la evaluación del software tanto desde lo funcional como desde lo pedagógico-didáctico.

Bibliografía

Fernández, D. y Guitart, M. (2004). *Construcción de un marco para la evaluación del curso de Estadística en carreras de Ingeniería*. Secretaría de Ciencia y Técnica. Facultad de Ingeniería de la UNCuyo. Mendoza. Argentina.

Fernández, D. y Guitart, M. (2005). *Proyectos de Análisis de Datos. Un recurso didáctico para la enseñanza de la Estadística en carreras de Ingeniería*. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado. Rectorado. UNCuyo. Mendoza. Argentina.

Fernández, D. y Guitart, M. (2006). *Proyectos AVE: Aula Virtual de Estadística*. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado. Rectorado. UNCuyo. Mendoza. Argentina.

Fernández, D. y Guitart, M. (2008). *Ajustando un modelo de enseñanza y aprendizaje integrados (virtual-presencial) para el curso de Estadística en carreras de Ingeniería*. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado. Rectorado. UNCuyo. Mendoza. Argentina.

Litwin, E., Lipsman, M. y Maggio, M. (2005). *Tecnologías en las aulas, las nuevas tecnologías en las prácticas de la enseñanza*. Colección Nueva enseñanza, nuevas prácticas. Editorial Amorrortu Editores. Buenos Aires. Argentina.

LITWIN, Edith (1997). *Las configuraciones didácticas, una nueva agenda para la enseñanza superior*. Editorial Paidós. Buenos Aires. Argentina

Ausubel, David (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2da. Ed., Editorial Trillas. Mexico.

Universidad Nacional de Cuyo, Dirección de Educación a Distancia e Innovación Educativa, *Estrategias*. <<http://www.uncuvirtual.uncu.edu.ar/paginas/index/4-equipos-de-trabajo>> (junio de 2012)

Universidad Nacional de Cuyo, Dirección de Educación a Distancia e Innovación Educativa, Modelo pedagógico. < <http://www.uncuvirtual.uncu.edu.ar/paginas/index/estrategias-pedagogicas-y-organizacionales>> (junio de 2012)