

Dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de decisión bayesiana de la Inferencia Estadística

Dynamics of the teaching-learning process of the subject of bayesian decision of Statistical Inference

*Dra. C. Larisa Zamora-Matamoras, larisa@uo.edu.cu;
Lic. Leonel Despaigne-Montero, leonel@uo.edu.cu*

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

En el presente trabajo se propone una guía para la impartición del tema “Teoría de la Decisión Bayesiana” de la asignatura Inferencia Estadística en la carrera de Licenciatura en Matemática, con el objetivo de perfeccionar el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha asignatura. En el mismo se describen los diferentes eslabones de la dinámica de dicho proceso y se sugieren acciones que deben desempeñar los profesores. Para el desarrollo del trabajo se utilizaron métodos del nivel teórico, como el análisis-síntesis, el histórico-lógico, el sistémico estructural, el hermenéutico, la modelación, y del nivel empírico la encuesta, la consulta a especialistas, la prueba pedagógica, el pre-experimento y la observación. Con la guía que se propone en el trabajo se logró mejorar considerablemente la comprensión y sistematización del contenido, a la vez que se elevó el grado de motivación de los estudiantes.

Palabras clave: dinámica, comprensión, sistematización, decisión bayesiana, Inferencia Estadística.

Abstract

This paper proposes a guide for the teaching of the subject "Theory of the Bayesian Decision" of the subject Statistical Inference in the career in Bachelor in Mathematics, with the aim of perfecting the development of the teaching-learning process of this subject. It describes the different links of the dynamics of this process and suggests actions that teachers should do. For the development of the work were using methods of the theoretical level, such as analysis-synthesis, historical-logical, structural systemic, hermeneutic, modeling, and methods of the empirical level, such as survey, consultation to specialists, pedagogical test, pre-experiment and observation. With this work, the comprehension and systematization of content was considerably improved, while the students' motivation level raised.

Key words: dynamics, comprehension, systematization, bayesian decision, Statistical Inference.

Introducción

Con el proceso de perfeccionamiento de los planes y programas de estudio, las asignaturas que conforman la disciplina Probabilidades y Estadística para la carrera de Licenciatura en Matemática han demostrado su necesidad y utilidad para formar especialistas en matemática con un perfil amplio. Las perspectivas de aplicación de las mismas en los problemas y tareas propias de nuestro proceso de desarrollo que el egresado pudiera afrontar y resolver, así como la futura especialización mediante el sistema nacional de superación posgraduada, las convierten en un elemento primordial en la formación del matemático cubano.

Analizando el caso particular de la asignatura Inferencia Estadística, se evidencia que la misma ha sufrido cambios en los diferentes planes de estudio por los que ha transcurrido la carrera, con el objetivo de formar profesionales de perfil amplio. En el plan de estudio A (vigente a partir del curso académico 1977-1978) una de las especializaciones de la carrera era en la rama de la Estadística Matemática. Ya para el plan de estudios B (puesto en vigor en 1982-1983) aparecen las especificaciones Inferencia Estadística I, II y III, donde se incorpora el enfoque bayesiano de la estimación puntual; luego, a partir del curso académico 1990-1991, se inicia el plan de estudios C donde los contenidos de las tres Inferencias Estadísticas y otros nuevos son distribuidos en varias asignaturas que recibieron los nombres de Inferencia Estadística, Modelos Lineales, Muestreo, Estadística Multivariada y Procesos Estocásticos. La asignatura Inferencia Estadística se mantuvo en el plan C perfeccionado, el cual entró en vigor en el curso 1998-1999 donde se impartían los temas de estadística descriptiva, estimación paramétrica, dójimas de hipótesis y los modelos lineales. Actualmente, en el plan de estudios D la asignatura cuenta con tres temas: estimación puntual y por intervalos, pruebas de hipótesis paramétricas y no paramétricas, y pruebas de hipótesis según el enfoque bayesiano.

Osorio, Suárez & Uribe (2013) comentan que se le ha dado una creciente importancia a la enseñanza de la Probabilidad, tanto en la educación básica y media como en la universitaria, debido a su inseparable relación con la Estadística, y el uso de ella en la vida cotidiana. Que a pesar de su valor, no todos los estudiantes asimilan o aplican los conceptos como sería el ideal, por lo que se han estudiado los obstáculos que se presentan en su aprendizaje, entre los cuales mencionan los siguientes: la dificultad para el manejo de conceptos básicos por bases insuficientes en la formación matemática, el bajo nivel de motivación intrínseca, las intuiciones y su dificultad para cambiarlas en un

curso, el lenguaje probabilístico que el estudiante maneja y su formalización a través del curso y la relación compleja de la Probabilidad con el pensamiento determinista predominante en los procesos educativos.

Nuestro país no está ajeno a estos obstáculos y es por ello que la asignatura es vista, por parte de los estudiantes, como una de las más demandantes, y una de las que más esfuerzo requiere para vencer sus objetivos, en particular los del tema 3, pruebas de hipótesis según el enfoque bayesiano.

Con el objetivo de conocer si existen problemas con la comprensión del contenido referente al tema mencionado en el párrafo anterior, de la asignatura Inferencia Estadística; y, determinar qué se puede hacer para darle solución a estos problemas se consultó al 100% de los profesores que imparten o han impartido la asignatura en la carrera en el presente plan de estudio, y se encuestó al 100% de los estudiantes del curso académico 2016-2017 que recibieron dicha asignatura, de los cuales se analizaron los resultados de los exámenes finales en la misma. También se realizó un análisis histórico-lógico de cómo ha venido evolucionando la asignatura en los diferentes planes de estudios y se detectaron las siguientes manifestaciones en los estudiantes:

- Dificultades para ejecutar los procedimientos de muestra simple y secuencial en las pruebas de hipótesis según el enfoque bayesiano.
- Poco dominio de la base teórica referente al tema de pruebas de hipótesis según el enfoque bayesiano.
- Poca participación en las actividades prácticas.
- Poca asistencia a las consultas.

A partir de las manifestaciones reveladas se evidencia la necesidad de contribuir a la comprensión y sistematización de los contenidos del tema 3 de la asignatura Inferencia Estadística desde la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha asignatura en la carrera de Licenciatura en Matemática, lo cual actualmente representa un problema en el proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha asignatura.

Las causas principales que generan este problema son:

- Limitado uso de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de pruebas de hipótesis según el enfoque bayesiano en dicha asignatura.
- Poco tiempo para ejemplificar en clases y sistematizar los contenidos recibidos.

- Bajo nivel de motivación intrínseca de los estudiantes.
- La relación compleja de la Probabilidad con el pensamiento determinista predominante en los procesos educativos y en los estudiantes.

Como se planteó anteriormente, estas causas no son exclusivas de nuestros estudiantes, y las mismas indican la necesidad de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema 3 de la asignatura Inferencia Estadística en la carrera de Licenciatura en Matemática.

Para que los estudiantes comprendan más y mejor las Matemáticas, el docente debe tener en cuenta lo que plantean Torres & Martínez (2007-2008) “tenemos que conocer sobre el concepto de comprensión, para saber qué deben hacer los estudiantes y cómo debemos actuar los profesores” (Torres & Martínez, 2007-2008:54). Ellos aconsejan, además, incluir la tecnología y actividades que permitan desarrollar la comprensión matemática con un uso efectivo de la misma en las estrategias didácticas que se pongan en juego, y, además, utilizar estos medios para evaluar la capacidad de comprensión matemática que han alcanzado los alumnos.

Zamora (2008) plantea que, desde el inicio, el alumno debiera hacer uso de los paquetes estadístico-computacionales, que usados en forma sistemática a través de toda la disciplina, permitirán el desarrollo de las habilidades requeridas a un matemático.

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron métodos del nivel teórico, como el análisis-síntesis, el histórico-lógico, el sistémico estructural, el hermenéutico, la modelación, y del nivel empírico la encuesta, la consulta a especialistas, la prueba pedagógica, el pre-experimento y la observación.

Desarrollo

En el actual plan de estudio D, la asignatura Inferencia Estadística se imparte en el primer semestre del tercer año de la carrera de Licenciatura en Matemática. La misma pertenece a la disciplina Probabilidades y Estadística y está estructurada como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Fondo de tiempo total y por formas organizativas de la asignatura Inferencia Estadística.

No. y título del tema:	Conf.	C.P.	Semin.	Lab.	Total
Tema #1: Estimación puntual y por intervalos.	18h	12h	4h	---	34h
Tema #2: Pruebas de hipótesis paramétricas y no paramétricas.	14h	18h	4h	6h	42h
Tema #3: Pruebas de hipótesis según el enfoque bayesiano.	10h	8h	2h	---	20h
Total	42h	38h	10h	6h	96h

El *problema de asignatura* es la necesidad de formar a los licenciados en matemática en los requerimientos de los métodos de estimación y pruebas de hipótesis según los enfoques clásico y bayesiano de la Inferencia Estadística, que les permitan formular y resolver problemas de decisión.

Como *objeto* se tiene el siguiente: las leyes que rigen los fenómenos aleatorios.

El *objetivo formativo* de esta asignatura es que los estudiantes sean capaces de modelar y resolver problemas de decisión, que les permitan, con un nivel creativo, aplicar los enfoques clásico y bayesiano de la inferencia estadística.

El *sistema de conocimientos* para el tema 3, en particular, es el siguiente:

Estadística bayesiana: Introducción, teorema de Bayes, valor esperado y tamaño muestral. El proceso de decisión: la matriz de ganancia y la matriz de pérdida. Decisiones acerca de la adquisición de información adicional: procedimiento de muestra simple y secuencial.

Y el *sistema de habilidades* para este mismo tema: Formular y resolver problemas no complejos de pruebas de hipótesis según el enfoque bayesiano. Calcular matrices de ganancia y de pérdida, a priori y a posteriori. Calcular costos de muestreo. Interpretar resultados de tablas.

El *sistema de evaluación* de la asignatura es el siguiente:

Evaluaciones parciales:

- Una prueba de dos horas sobre los temas 1 y 2.
- Un trabajo extra clase sobre el tema 3.

Evaluación final:

- Examen final escrito.

Dada esta breve descripción de la asignatura, hemos creado las condiciones para poder abordar el ámbito de la dinámica en la que se debe desarrollar la misma.

Según Álvarez (citado por Fuentes, Álvarez & Cruz, 2003) la dinámica del proceso docente es el movimiento del proceso, es el momento de éste donde cobran vida los problemas, los objetivos, contenidos y métodos, por lo que se ha dado en llamar por muchos el currículum vivido. Es donde los sujetos implicados se entregan a la labor de enseñar unos y de aprender otros, poniendo en juego sus recursos personales. Los eslabones de este estadio son: motivación del contenido, comprensión del contenido, sistematización del contenido.

Según Fuentes (2000), los eslabones antes mencionados se desarrollan de manera muy vinculada y se reiteran en el tiempo, a la vez que se producen al unísono. A continuación se describe en qué consiste cada uno de ellos y qué puede hacer el profesor para elevar el nivel de conocimiento de los estudiantes.

Motivación

Este eslabón se define como sigue:

La motivación por el aprendizaje como proceso psicológico tiene que ver con las disposiciones, motivos, necesidades e intereses con que el sujeto enfrenta la tarea de aprender. Es la fuerza que induce al sujeto a llevar a la práctica una acción. Es decir, estimula la voluntad de aprender. La motivación condiciona la forma de pensar del alumno y con ello el tipo de aprendizaje resultante (Fuentes et al, 2003:17).

Fuentes (2000) informa que en este eslabón el profesor tiene un papel fundamental, ya que presenta al estudiante el objeto y el contenido, lo cual se debe hacer preferentemente como una situación problémica que creará la necesidad de buscar información, esto, a su vez, promoverá la motivación del estudiante, a partir del objeto de la cultura.

También se debe tener en cuenta que cuando el estudiante no comparte desde un inicio los intereses del profesor, hay que partir de sus intereses para cambiarlos, haciéndoles ver la relevancia y sentido de esas nuevas metas mediante su conexión con sus conocimientos e intereses previos.

Debido a que el aprendizaje de los estudiantes está condicionado, entre otras cosas, por el grado de motivación que estos tengan por el contenido que se imparte, el profesor debe realizar algunas acciones que despierten el interés por la información a ser recibida.

Entre estas acciones se pueden citar:

- El profesor puede hacer, en la introducción, un breve recuento histórico de cómo surge la teoría, sus principales figuras y cómo ha venido evolucionando hasta la actualidad, lo que mostrará al estudiante que la materia se ha encontrado en constante desarrollo y evolución hasta la actualidad.
- Se puede hablar acerca de las posibilidades de aplicación que la nueva materia tiene en la vida práctica, y lo que el estudiante será capaz de hacer luego de recibir el contenido. Esto permitirá que se interese por recibir la información para dar solución tanto a problemas habituales y que son comunes en la vida diaria, como a problemas que demanden gran conocimiento de la materia bajo estudio.
- Debe ser planteada, inicialmente, una situación problémica en la que el estudiante se percate que ha recibido elementos, con anterioridad, que le servirán para dar solución a esta situación, pero que aún no son suficientes para lograrlo. Lo que despertará en el estudiante la necesidad de recibir la nueva información para resolver la problemática planteada.
- Como plantea Zamora (2008), es aconsejable que se aborden problemas que demanden la integración de los métodos estadísticos con otras disciplinas tales como Programación y Algoritmos y Matemática Numérica. Esto mostrará al estudiante la vinculación existente con otras asignaturas que, probablemente, sean más de su agrado e interés.
- A medida que transcurra el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura se pueden mostrar los diferentes problemas teóricos que aún no han sido resueltos, lo que despertará en el estudiante el interés por tratar de resolverlos.

Debe quedar claro que la motivación no es algo que se deba hacer sólo en la introducción de la asignatura o del tema, se debe hacer en todo instante, en cada clase, para así sentar las bases para una buena comprensión, la cual es uno de los eslabones de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje y se describe en la siguiente sección.

Comprensión

Fuentes (2009) informa que el estudiante comprende algo cuando tiene una imagen que le permite identificar, comparar y relacionar lo nuevo con lo conocido.

Font asume (citado por Torres & Martínez, 2007-2008) que comprender un objeto matemático consiste en ser capaz de reconocer sus características, propiedades y representaciones; relacionarlo con otros objetos matemáticos y usarlo en toda variedad de situaciones problemáticas que sean propuestas por el profesor.

Por lo que el profesor debe persuadir al estudiante creando así las condiciones necesarias para que éste sea capaz de recibir la información y luego procesarla. Además, el contenido debe estar lógicamente estructurado lo que facilitará la transmisión de los conocimientos.

Dado que no todos los estudiantes poseen la misma capacidad para el aprendizaje, es recomendable prestarle una atención diferenciada de acuerdo a sus posibilidades.

Analizando el tema 3 de la asignatura en cuestión, se puede observar que para desarrollar el mismo se requiere hacer numerosos cálculos y construir algunos árboles de decisión, como el que se muestra en la figura 1, los cuales demandan de mucho tiempo; y por tanto se limita la cantidad y complejidad de los ejemplos que pueden ser vistos en clases, provocando, además, que el estudiante se desconcentre en ocasiones y se desmotive.

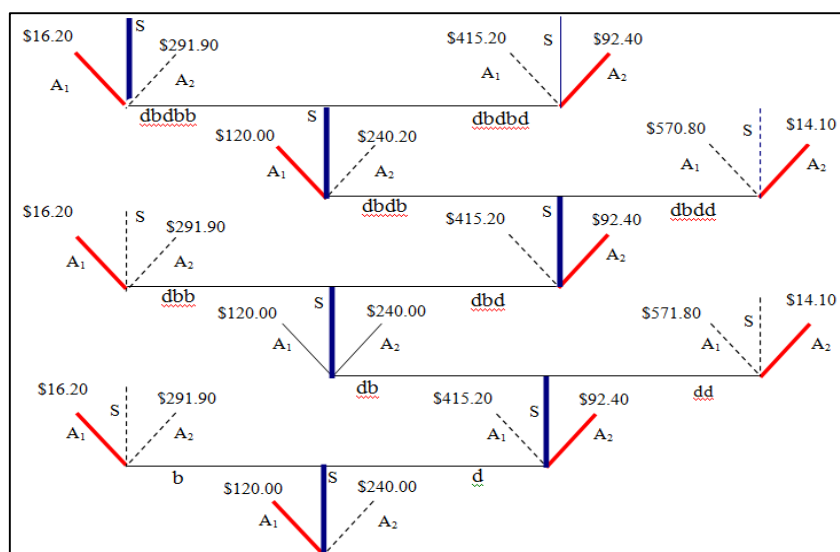


Figura 1: Árbol de decisión.

Por lo anteriormente explicado, se recomienda utilizar para estas actividades algún tipo de presentación, que permita visualizar dichos árboles ya que:

(...) la visualización matemática es el proceso de formar y transformar imágenes, con lápiz y papel o con ayuda de la tecnología, y que hay que usar tales imágenes con efectividad para descubrir las matemáticas y comprenderlas. Además, conceptualizan la visualización como la capacidad del individuo de poder reconocer en un registro de acciones y representaciones las reglas con las que fueron construidas, de tal forma que esta información le permita realizar las conversiones adecuadas a otro registro (Torres; Martínez, 2007-2008: 60).

Como plantea Zamora (2008) todos los temas, en particular el tema tratado, constituyen marcos propicios para desarrollar la abstracción matemática a través de la modelación estadística de fenómenos de la realidad idealizada o no, en los cuales el estudiante debe seguir los pasos siguientes:

1. Realizar un análisis del problema planteado.
2. Tomar una muestra representativa del fenómeno investigado (Síntesis).
3. Comparar los resultados obtenidos con la realidad.
4. Llegar a la conclusión de si los resultados obtenidos se pueden o no generalizar a toda la población.

De manera general, a esta forma de razonamiento el estudiante debe llegar con la guía del profesor, ya que será, en la práctica, la manera más común de proceder.

Sistematización

La sistematización se puede definir como:

Estadio que se caracteriza por la generalización de los contenidos a través de la ejercitación, la transferencia y la aplicación de los contenidos.

La sistematización del contenido es el proceso a través del cual el estudiante, conforme su objetivo, generaliza y transfiere los contenidos a situaciones nuevas, como resultado de la relación dialéctica siempre ascendente entre el nivel de profundidad del contenido, o nivel de riqueza de éste y el nivel de las potencialidades intelectuales requeridas para enfrentarlo. (Fuentes *et al*, 2003:18)

Para sistematizar los contenidos de la asignatura se recomienda que, de manera planificada, el estudiante transite por etapas de surgimiento y solución de las situaciones problemáticas, las mismas deben tener efectos significativos desde el punto de vista del matemático. En estas actividades el profesor seguirá actuando como consultante o guía, dejando el papel fundamental al estudiante.

Para el tema 3 de la asignatura en análisis se aconseja que la ejercitación se desarrolle en clases prácticas, seminarios y, preferiblemente, en laboratorios de computación, utilizando para esto la plantilla “*Simulaciones*”, creada por los autores en Excel 2013, versión 15.

Esta plantilla permite realizar todos los cálculos necesarios para resolver los problemas tratados en clases, por ende, optimiza el tiempo empleado en los mismos. Aunque no permite visualizar los árboles de decisión, el pre-experimento realizado demostró que su utilización fue de gran beneficio para la sistematización del tema y para el desarrollo de las habilidades necesarias por parte de los estudiantes para enfrentarse a problemas de la vida real. Este pre-experimento se describe más adelante.

Generalización

Acerca de la generalización se plantea lo siguiente:

(...) supone la extensión del ámbito de aplicación de un conocimiento, a través de la integración de las excepciones y la generación de nuevos conceptos o relaciones más generales a partir de las ya existentes; las potencialidades y conocimientos previos con los que el sujeto accede a este momento del proceso son promovidos a niveles superiores de generalización a través del enfrentamiento paulatino y regulado del sujeto a situaciones problemáticas novedosas, en las que el contenido, vaya revelando gradualmente nuevos niveles de riqueza y multilateralidad (Fuentes *et al*, 2003: 18).

Para esta etapa, las nuevas situaciones que se planteen deben requerir de nuevos conocimientos, para que el estudiante profundice en las nuevas operaciones y desarrolle nuevas habilidades. Se debe establecer la confrontación y propuesta de alternativas diferentes por estudiantes y profesores en la solución de situaciones reales, lo cual contribuye a la formación práctica, unidad de lo académico, lo laboral y lo investigativo, con efectos significativos desde el punto de vista profesional.

Pre-experimento

Con el objetivo de verificar si la aplicación de la computadora como una nueva estrategia para la impartición del tema de *Pruebas de hipótesis según el enfoque bayesiano* de la asignatura Inferencia Estadística, ayudaría a resolver el problema existente de comprensión y sistematización en los contenidos del tema tratado, se elaboró una plantilla en Excel para utilizarla como mediador didáctico en la impartición del tema 3.

En las figuras 2 y 3 se muestran dos hojas de esta plantilla, la cual permite realizar los siguientes cálculos:

- Valores esperados.
- Desviaciones típicas a priori y a posteriori.
- Matrices de ganancia y de pérdida, a priori y a posteriori.
- Diferentes tipos de probabilidades que intervienen en el proceso de decisión.
- Otros cálculos de interés.

n	10					Matriz de ganancia			A1: Instituir el servicio de autobuses A2: No instituir el servicio de autobuses		
x	2					A1	A2				
pi	Prob. Priori	P(x=2 p=pi)	P(x=2 p=pi)*P0(pi)	P1(pi)	Prob. Post	E1	0,10	-\$ 7,00	\$ 0,00		
0,10	0,60	0,19371	0,11623	0,504238		E2	0,15	\$ 3,00	\$ 0,00		
0,15	0,25	0,27590	0,06897	0,299239		E3	0,20	\$ 13,00	\$ 0,00		
0,20	0,15	0,30199	0,04530	0,196524							
		P(x=2)=	0,23050			Ganancia Esperada a priori			Ganancia Esperada a posteriori		
		VALOR ESPERADO				A1	A2	A1	A2		
	pi*P0(pi)			pi*P1(pi)							
	0,06000			0,05042							
	0,03750			0,04489							
	0,03000			0,03930							
	E0= 0,12750			E1= 0,13461							
		Desviación típica a priori y a posterior				Matriz de pérdida					
	pi	(pi-E0(p))^2	(pi-E0(p))^2*P0(pi)	(pi-E1(p))^2	(pi-E0(p))^2*P1(pi)	E1	0,10	\$ 7,00	\$ 0,00		
	0,10	0,00076	0,00045375	0,00120	0,000604152	E2	0,15	\$ 0,00	\$ 3,00		
	0,15	0,00051	0,000126563	0,00024	7,08356E-05	E3	0,20	\$ 0,00	\$ 13,00		
	0,20	0,00526	0,000788438	0,00428	0,000840196						
			0,001368750		0,001515184						
		Desviación Típica	0,036996621		0,038925361	Pérdida Esperada a priori			Pérdida Esperada a posteriori		
						A1	A2	A1	A2		
						\$ 4,20	\$ 0,00	\$ 3,53	\$ 0,00		
						\$ 0,00	\$ 0,75	\$ 0,00	\$ 0,90		
						\$ 0,00	\$ 1,95	\$ 0,00	\$ 2,55		
						Perdida	\$ 4,20	\$ 2,70	Ganancia	\$ 3,53	\$ 3,45

Figura2: Valores esperados, desviaciones típicas, matriz de ganancia y de pérdida.

n	10													
		Matriz de ganancia												
pi		Prob. Priori												
0,10		0,60												
0,15		0,25												
0,20		0,15												
				E1	0,10	-\$ 7,00	\$ 0,00							
				E2	0,15	\$ 3,00	\$ 0,00							
				E3	0,20	\$ 13,00	\$ 0,00							
				Ganancia Esperada a			Acción óptima		Ganancia de la acción óptima		Ganancia de la acción óptima esperada			
x	P(x p=p1)	P(x p=p1)*Po(p1)	P(x p=p2)	P(x p=p2)*Po(p2)	P(x p=p3)	P(x p=p3)*Po(p3)	P(x)	P1(p1)	P1(p2)	P1(p3)	A1	A2		
0	0,34868	0,20921	0,19687	0,04922	0,10737	0,01611	0,27453	0,76205041	0,17928197	0,05866762	-\$ 4,03	\$ 0,00	A2	\$ 0,00
1	0,38742	0,23245	0,34743	0,08686	0,26844	0,04027	0,35957	0,64646586	0,24155351	0,11198063	-\$ 2,34	\$ 0,00	A2	\$ 0,00
2	0,19371	0,11623	0,27590	0,06897	0,30199	0,04530	0,23050	0,50423755	0,29923872	0,19652373	-\$ 0,08	\$ 0,00	A2	\$ 0,00
3	0,05740	0,03444	0,12983	0,03246	0,20133	0,03020	0,09709	0,35467788	0,33429629	0,31102582	\$ 2,56	\$ 0,00	A1	\$ 2,56
4	0,01116	0,00670	0,04010	0,01002	0,08808	0,01321	0,02993	0,22371125	0,3348884	0,44140035	\$ 5,18	\$ 0,00	A1	\$ 5,18
5	0,00149	0,00089	0,00849	0,00212	0,02642	0,00396	0,00698	0,12792684	0,30415069	0,56792247	\$ 7,40	\$ 0,00	A1	\$ 7,40
6	0,00014	0,00008	0,00125	0,00031	0,00551	0,00083	0,00122	0,06772861	0,25574913	0,67652225	\$ 9,09	\$ 0,00	A1	\$ 9,09
7	0,00001	0,00001	0,00013	0,00003	0,00079	0,00012	0,00015	0,03393058	0,20349237	0,76257704	\$ 10,29	\$ 0,00	A1	\$ 10,29
8	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000	0,00007	0,00001	0,00001	0,01636847	0,15591212	0,82771941	\$ 11,11	\$ 0,00	A1	\$ 11,11
9	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00769788	0,11645482	0,87584731	\$ 11,68	\$ 0,00	A1	\$ 11,68
10	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00355838	0,08549745	0,91094418	\$ 12,07	\$ 0,00	A1	\$ 12,07
														\$ 0,47
Costo total de realizar el muestreo: \$50+\$5*n											CTM	100		
Ganancia final esperada de no hacer el muestreo											GFEo	0		
Ganancia final esperada de hacer el muestreo (r											GFEh	\$ 0,47		
"Tiene sentido el muestreo"									255 días *(GFEh-GFEo)>CTM					
"No tiene sentido el muestreo"									255 días *(GFEh-GFEo)<CTM					
Conclusión "Tiene sentido el muestreo"														

Figura 3: Probabilidades a priori y a posteriori, ganancias y otros valores que intervienen en el proceso de muestreo secuencial.

La plantilla confeccionada fue empleada en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura en el curso 2016-2017, y se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se redujo considerablemente el tiempo en la resolución de problemas, lo cual posibilitó, a su vez, que se le diera solución a una gran variedad de situaciones problemáticas.
- Se logró que los estudiantes se mantuviesen motivados durante el transcurso de toda la clase. Por tanto, al prestar mayor atención lograron ganar las habilidades necesarias para enfrentarse a situaciones reales.
- Se pudo analizar gran variedad de ejercicios, con diferentes niveles de complejidad.
- Se logró establecer como forma de evaluación para este tema la discusión de un trabajo extra clase, y su inclusión en los exámenes finales, ya que la forma en la que se venía evaluando era sólo a través de clases prácticas.

De la encuesta realizada se obtuvo que esta plantilla fue de gran utilidad para resolver los ejercicios por ambos procedimientos: muestreo simple y secuencial.

Conclusiones

- 1. El pre-experimento realizado demostró que el uso de la computadora en la impartición del tema 3 de la asignatura Inferencia Estadística es un paso de avance en el desarrollo de la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha asignatura, en particular del tema abordado, ya que se logró reducir el tiempo de resolución de los problemas, analizar gran variedad de estos y con diferentes niveles de complejidad; o sea, hubo una buena sistematización.*
- 2. Además se logró motivar a los estudiantes y que estos, a su vez, comprendieran mejor el contenido, influyendo considerablemente en la forma de evaluación para este tema y para la asignatura en general, haciéndolo más factible para estudiantes y profesores.*

Referencias bibliográficas

1. Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada: Universidad de Granada.
2. Fuentes, H. (2000). *Didáctica de la educación superior*. Santa Fe de Bogotá: Escuela Superior de Profesionales.
3. Fuentes, H., Álvarez, I. (2003). Introducción a la Educación Superior: La conducción del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. Centro de Estudios de Educación Superior "Manuel F. Gran". Universidad de Oriente.
4. Fuentes, H. (2009). *Pedagogía y didáctica de la educación superior*, Santiago de Cuba, Centro de Estudios de Educación Superior "Manuel F. Gran". Universidad de Oriente.
5. Gómez, G., & Delicado, P. (2006). *Curso de Inferencia y Decisión*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
6. Osorio, M. A., Suárez, A., & Uribe, C. C. (2013). Revisión de alternativas propuestas para mejorar el aprendizaje de la Probabilidad. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (38).
7. Torres, A. M. & Martínez, D. (2007-2008). La comprensión desde la perspectiva de la educación matemática. *Revista de Ciencias Matemáticas*, 24, p.54-63.
8. Zamora, L. (2008). Programa analítico de la asignatura Inferencia Estadística. Plan de estudios D (Curso Regular Diurno). Departamento de Matemática. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Oriente.