



USO DE LA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA

Terán, Teresita E.

Facultad de Ciencias Económicas y Estadística – U.N.R. – Argentina

teresitateran@hotmail.com

Nivel educativo: Universitario

Palabras claves: enseñanza – estadística – computadora – aprendizaje significativo

Resumen

Basados en los interrogantes formulados por Anido (2002), sobre si la herramienta computacional es un instrumento útil de exploración del conocimiento o si sólo ayuda a ahorrar ese tiempo en situaciones de cálculos rutinarios y tediosos, se analiza el uso de la computadora y calculadora en la instrucción estadística.

En la Universidades Nacionales de Argentina y en las Facultades en las que se cursan carreras donde la Estadística es una disciplina de carácter principalmente instrumental, se están desarrollando movimientos tendientes a lograr reformas curriculares en dicha área, plasmados en diversos documentos de Consejos de Decanos, Asociaciones de Profesores, Congresos, etc. En los mismos se expresa la necesidad de una enseñanza más eficiente y efectiva, y en forma explícita o implícita se hace referencia a la incorporación de tecnología informática.

En este trabajo se realiza una evaluación de una experiencia realizada en el año 2007 en la Facultad de Ciencias Veterinarias en el dictado de un tema de Inferencia Estadística dentro de la asignatura Bioestadística, con el apoyo de la herramienta computacional durante el desarrollo de las clases prácticas. La utilización de esta herramienta pone en evidencia matices diferenciados con respecto a la observación de clases en la modalidad tradicional en cuanto a la apropiación del conocimiento por parte del alumno. La posibilidad de interactuar con la computadora aumenta el protagonismo de los alumnos permitiendo detectar más fácilmente las situaciones de acción, formulación, validación e institucionalización propuestas por Brousseau (1997), a través de la desgrabación de los diálogos de los alumnos frente a la computadora.

Introducción

La teoría que soporta el desarrollo de la mayoría de las técnicas estadísticas, así como la aplicación empírica de las mismas, tiene como común denominador la necesidad de evaluar cálculos, algoritmos, ecuaciones y teoremas complejos.

Esta tarea demanda por parte del docente y de los alumnos, una notable cuota de esfuerzo y tiempo de dedicación. A tal fin, la historia de la Estadística muestra intentos de emplear métodos y arribar a sus conclusiones reduciendo la carga de trabajo de cálculo. Hoy en día estos atajos han sido dejados de lado en virtud de la inestimable ayuda que nos brindan las computadoras.

La idea de cómo incorporar su utilización al proceso de enseñanza-aprendizaje, ha sido motivo de diversos trabajos de investigación.

Según Anido (2002), mundialmente se está haciendo uso de computadoras y calculadoras en la instrucción matemática y estadística, hay muchos software y paquetes de enseñanza disponibles para un gran rango de tópicos curriculares. Esto, por supuesto, plantea la cuestión de qué es lo que estos software y paquetes ofrecen a la enseñanza y aprendizaje del tema y qué problemas potenciales pueden generar para la comprensión y el



razonamiento. Sería beneficioso reunir los ejemplos donde el uso de la tecnología informática y el software resultan enriquecedores para la experiencia de los estudiantes y devengan en una mejor comprensión y aprendizaje.

En las Universidades Nacionales de Argentina, específicamente en las Facultades en las que se cursan carreras donde la Estadística es una disciplina de carácter principalmente instrumental, se están desarrollando movimientos tendientes a lograr reformas curriculares en dicha área, plasmados en diversos documentos de Consejos de Decanos, Asociaciones de Profesores, Congresos, etc. En los mismos se expresa la necesidad de una enseñanza más eficiente y efectiva y, en forma explícita o implícita se hace referencia a la incorporación de tecnología informática (Anido, 2002).

Los nuevos sistemas computacionales para el cálculo numérico, simbólico y gráfico, denominados Computer Algebraic System (C.A.S.) son formidables herramientas que complementan el trabajo matemático pues permiten experimentar lo que era inexperimentable y representar gráficamente lo que era irrepresentable. Entonces ¿cuál es el papel que debe asignarse a la computadora como herramienta en la práctica educativa?

Para Anido (2002), dada la rapidez de respuesta de la computadora, que hace posible establecer analogías y realizar pruebas en menos tiempo, surgen los siguientes interrogantes: ¿Es un instrumento útil de exploración del conocimiento o sólo ayuda a ahorrar ese tiempo en situaciones de cálculos rutinarios y tediosos? ¿Lleva sólo a una abstracción empírica o puede estimular los mecanismos de abstracción reflexiva? ¿Ayuda a reconocer e identificar nuevos problemas? ¿Cómo?

Según Anido (2002), de la evaluación de las experiencias se podría extraer, en procedimientos comparables, comportamientos posibles y reproducibles de alumnos y docentes que favorezcan la adquisición del conocimiento matemático. Entre otros:

La potencia y rapidez de las herramientas C.A.S., permite dedicar a la formación de conceptos, espacios y tiempos ocupados habitualmente en una operatoria matemática estéril en sí misma.

La rapidez de respuesta del ordenador favorece el análisis de múltiples ejemplos en un proceso de inducción del descubrimiento de posibles propiedades por el alumno o la inmediata verificación de su no existencia.

La posibilidad de resolución de problemas con datos reales en situaciones reales motiva al alumno.

La aparición de situaciones problemáticas (por ejemplo: resultados no esperados en la pantalla) invita al alumno a un trabajo de profundización teórica y autoexigencia de procesos demostrativos.

Problema de investigación

Basados en las experiencias realizadas, y de nuestra propia práctica docente surgen las siguientes preguntas:

¿Es posible utilizar la computadora como herramienta cognitiva?

¿La utilización de una metodología innovadora puede facilitar la adecuación entre la enseñanza y el aprendizaje?

¿Estamos en condiciones de brindar a los alumnos los recursos materiales y temporales adecuados para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje?

¿Qué grado de implicación, interés y motivación de los estudiantes se puede alcanzar?



¿Es posible que la metodología a utilizar en Estadística donde se utilicen situaciones específicas del contexto de las Ciencias Veterinarias con relaciones conexiones intra e interdisciplinaria corresponda a una enseñanza donde el eje de las clases es el problema en el área disciplinar de interés?

Objetivo general

- Analizar la incorporación de la herramienta computacional como facilitadora del proceso de enseñanza y aprendizaje en las clases de Estadística, en carreras donde la Estadística cumple un rol instrumental en la Universidad.

Objetivos específicos

- Proponer situaciones problemáticas referidas al campo de la medicina Veterinaria.
- Analizar las situaciones adidácticas a través de una observación no participante, donde se transcriben los diálogos de los alumnos frente a la computadora. .

Marco teórico

A fines de la década del ochenta en distintos centros universitarios e institutos de investigación del mundo se desarrollaron programas computacionales que genéricamente se llaman por las siglas C.A.S (Computer Algebraic System) que no sólo hacen una parte del trabajo numérico y simbólico, que hacían los matemáticos sino más aún, son formidables herramientas que complementan el trabajo matemático. Ellas son entre otras: Matlab, Basile, Derive, Mathematica.

La Dra. Anido de López los comienza a investigar en 1989 y forma un primer equipo interdisciplinario para estudiar su potencialidad primero para la misma Matemática y luego para la enseñanza. Desde la Didáctica de la Matemática dirige un Proyecto de Investigación y Desarrollo, en el que trabajan docentes de distintas facultades y distintas ramas de la Matemática, entre los que me encuentro .En este proyecto se analizó: el computador en el aprendizaje. En este campo conceptual se estudió la concepción del ordenador como “herramienta cognitiva” en el sentido de Alonso y Gallego (1995). Además, se recopilaron aquellas investigaciones más significativas realizadas sobre todo en países anglosajones, donde desde hace dos décadas se estudiaron los efectos sobre la enseñanza-aprendizaje de la Matemática cuando se utiliza el computador como herramienta.

La didáctica de la Estadística ha cobrado un gran desarrollo en las dos últimas décadas, como se observa con la aparición de las revistas como Teaching Statistics, la formación de la Asociación Internacional sobre Educación Estadística (IASE) y la preocupación demostrada por los estadísticos en las Conferencias Internacionales sobre la Enseñanza de la Estadística (ICOTS) que se realiza cada cuatro años desde 1982. Es por ello, que este marco teórico nos permitirá ahondar en el uso de la herramienta computacional como herramienta cognitiva en el campo de la Estadística.

En cuanto a la observación de las tareas, Vergnaud y Durand (1976) buscan conocer la capacidad real de los alumnos para resolver problemas matemáticos o científicos y analizar los procesos o mecanismos mentales que



subyacen a sus comportamientos . Se trata de observar la actividad del sujeto e identificar el modelo de actividad en una situación de resolución de problemas.

De un modo muy general, el observador pretende conocer cómo identifica el alumno los elementos de la situación, cómo analiza las relaciones entre ellos y cómo se sirve de esquemas operatorios de razonamiento y de acción.

Casanova (1995) distingue la observación participante y no participante. En la observación no participante, el observador es absolutamente externo al grupo, se mantiene al margen de las actuaciones del mismo y de las relaciones que se establecen entre sus miembros. Un observador externo al grupo-clase, sin implicaciones ni responsabilidades en su modo de funcionar, y sin tareas concretas que desarrollar durante el tiempo que observa, advertirá mayor número de facetas en su observación y la interpretación que ofrezca será, sin duda, desde un ángulo distinto y complementario al de los protagonistas de la acción.

Posicionados en la Teoría de Brousseau (1997), consideramos a una situación adidáctica como parte de una situación más amplia que este autor llama situación didáctica. Una Situación didáctica es un conjunto de relaciones explícita o implícitamente establecidas entre un alumno o un grupo de alumnos y el profesor, para construir un conocimiento.

En la práctica de la docencia universitaria, serían, por ejemplo origen de situaciones adidácticas, aquellas preguntas de los alumnos, a veces impredecibles, que demuestran que el alumno está “pensando”, además, a veces no es fácil responderlas pero que indudablemente provocan un cambio en el desarrollo de nuestra clase.

En los diálogos analizaremos estas situaciones adidácticas, las cuales se clasifican según Brousseau en:

- Acción: el alumno actúa, explora, investiga y formula hipótesis que aún no puede demostrar.
- Formulación: el alumno comunica sus hallazgos a una o varias personas.
- Validación: el alumno trata de demostrar que la propiedad que ha conjeturado es válida. Para ello debe convencer a los otros.
- Institucionalización: el conocimiento se explicita en el contexto del “saber a enseñar”

Interesa entonces mostrar el rol del computador en la generación de situaciones adidácticas en problemas concretos, porque la detección de una secuencia de acción, formulación y validación en los alumnos es un indicador de ese aprendizaje significativo en el sentido de Ausubel (2002), Polya (1975) y otros epistemólogos modernos.

Metodología

Una experiencia en la Facultad de Ciencias Veterinarias.

Durante el primer cuatrimestre del año 2007, en la Facultad de Ciencias Veterinarias en el dictado de los temas referidos a Estadística Descriptiva dentro de la asignatura “Bioestadística”, se siguieron los lineamientos del método de proyectos, como un plan de acción conjunto entre docentes y alumnos alrededor de un tema significativo, en dirección a una meta asociada con un producto que posee etapas a ser cumplidas en un tiempo



determinado y que integra contenidos de distintas áreas programáticas, con el apoyo de la herramienta computacional durante el desarrollo de las clases prácticas, en grupos de tres alumnos frente a cada computadora. Para el dictado de la segunda parte de la asignatura, Estadística Inferencial, por limitaciones de tiempo, no se pudo aplicar el método de proyectos, pero las clases prácticas se continuaron dictando en la Sala de Informática. Esta sala cuenta con seis computadoras, todas ellas con el software desarrollado por el Prof. Arturo Arango Duran, basado en la Planilla de Cálculos Excel, cuya finalidad principal es resolver la práctica propuesta en el libro Estadística Aplicada a la Administración y a la Economía de Kazmier, L (1999). Además, se trabajó con contribuciones breves de situaciones problemáticas referidas al campo de la Medicina Veterinaria y prácticas propuestas por la Cátedra sobre problemas específicos en el mismo contexto de aplicación. Se presenta a continuación una situación problemática propuesta por la cátedra para ser resuelta con la computadora: Se efectuó un experimento cuyo objetivo fue determinar la relación entre el Rendimiento de leche (en litros) considerada como variable independiente y el % de grasa, variable dependiente, en vacas Holando Argentina. Se observaron los siguientes resultados:

X:(l) 30-43-44-45-35-30-49-50-44

Y:(%) 5 - 6 - 7- 7 - 4 - 2- 7- 8- 6

Brinde la ecuación de Regresión lineal y represéntela en un diagrama de dispersión. Analice los estimadores a y b. Interprete en términos del problema. Qué concluye ¿Puede estimar valores de y en función de valores de x. Por qué ?

El valor $r=0,8893$ es la estimación de un parámetro de interés. Indique cuál es el parámetro e intérpretele en términos del problema. Qué concluiría respecto de la asociación entre las variables?

Se registraron los diálogos entre los alumnos, durante las dos horas de laboratorio correspondientes al tema Regresión y Correlación. Se desgrabaron y se analizaron con el fin de conocer el impacto en el aprendizaje al utilizar la herramienta computacional.

A partir del análisis de los diálogos podemos sintetizar la situación adidáctica de la siguiente manera:

Al comenzar a trabajar frente a la computadora introducen los datos y se observa cómo surge la situación adidáctica, a través de la acción: los alumnos exploran las variables independiente o exploratoria y la dependiente o de respuesta, realizan diagramas de dispersión, analizan si la relación es lineal o no, describen las formas de la relación entre las variables en función de los datos que utilizan. Discuten, se genera un diálogo enriquecedor, cambian pareceres y juegan cambiando datos para observar distintas formas de relaciones.

Posicionados en una relación lineal, determinan los coeficientes a y b. Analizan e interpretan en términos del problema la ordenada al origen y estudian la pendiente. Analizan cambios de pendiente. Comienza el paso de formulación ya que comentan sus resultados a sus compañeros y comunican lo investigado a su profesora.

Intentan demostrar que la relación obtenida es la correcta en función de sus datos y argumentan sus observaciones, iniciándose el paso correspondiente a la validación.

Nuevamente se comienza a visualizar la situación de acción al indagar sobre la conveniencia de la recta como medio de predicción y al avanzar y proceder al cálculo de la variancia de la recta de regresión, Sobre este cálculo



los alumnos analizan qué sucede si la variancia es menor, y su relación con la precisión de la recta como instrumento de predicción. Así pasan a la situación de formulación, explicando los cambios en las variancias a sus compañeros y preguntándose qué pasa si los datos de esta muestra brindan evidencia suficiente para pensar que la pendiente es realmente significativa. Proponen el Test de Hipótesis correspondiente a la significatividad de la pendiente y analizan de sus bases de datos distintas situaciones. Observan casos en los que la pendiente es nula y otros donde es significativa.

En estos casos proponen valores para predecir dentro y fuera del rango de valores experimental, discutiendo cuando es aplicable la inferencia y cuándo no, estableciendo las limitaciones correspondientes. Comunican lo analizado a sus compañeros, por lo que avanzan a la etapa de formulación y al argumentar el por qué de las limitaciones de la inferencia para aplicar la recta de regresión como medida predictiva, alcanzan la etapa de Validación.

Los alumnos hacen una puesta en común, con la guía de la profesora donde reflexionan sobre el uso de la herramienta computacional como instrumento que facilita el aprendizaje, obviando los grandes cálculos que desviarían por un rato, el fundamento y aplicación de la regresión como método útil en el análisis de datos provenientes de poblaciones bivariantes.

La profesora realiza un resumen de lo aprendido por sus alumnos, en base a lo expuesto por ellos, llegando a una síntesis de lo enseñado, en el contexto de lo realmente aprehendido, con lo que se finaliza la etapa de institucionalización, y el proceso que motivó esta situación adidáctica de aprendizaje.

Reflexiones

La utilización de la herramienta computacional pone en evidencia matices diferenciados referidos a motivación, interés y dedicación para encontrar el camino correcto, con respecto a la observación de clases en la modalidad tradicional en cuanto a la apropiación del conocimiento por parte del alumno. La posibilidad de interactuar con la computadora aumenta el protagonismo de los alumnos permitiendo detectar más fácilmente la puesta en juego de los pasos explicitados por Brousseau para que el alumno aprenda.

De la desgrabación de los diálogos, hemos observado que los alumnos exploran y experimentan, gestándose distintas situaciones de acción, formulación, validación e institucionalización. A partir de un mismo problema, con variaciones de los elementos que intervienen en la construcción de una Recta de Regresión, justifican desde la praxis explorando. Además, argumentan, relacionando:

- Variables independientes y dependientes.
- Formas funcionales.
- Valores positivos y negativos de la pendiente, en función de la situación problemática.
- Valores de la ordenada al origen con sentido en términos del problema.
- Variaciones en la recta según los datos de la muestra que se elige.
- Menor Variancia de la recta de regresión con mayor precisión.
- Predicciones de Valores dentro del rango de los datos muestrales y fuera de ellos.



Se observa una relación más espontánea entre los alumnos y la relación de dependencia entre expresión y contenido. La rapidez de cálculo y visualización que permite la computadora, hace a que:

- La facilidad de cambiar los valores de la pendiente y la ordenada al origen le permiten obtener y establecer relaciones entre distintas rectas de regresión.
- Puedan experimentar con muestras distintas, del mismo tamaño, de una misma población, y visualizar en pantalla en forma inmediata si la recta obtenida es la que mejor ajusta a los datos poblacionales.
- Los diálogos grabados revelan argumentaciones y validaciones no solicitadas como una necesidad natural de la experimentación.
- Los alumnos se centran en ideas y conceptos relevantes y no se dedica tiempo a los cálculos rutinarios.

Estas situaciones nos permiten reflexionar que el uso de la herramienta computacional ha permitido un aprendizaje significativo entendiendo por tal a aquel que tiene en cuenta o atribuye un papel clave a la interacción social, la cooperación, el discurso, la comunicación y también a la interacción del sujeto con las situaciones-problemas (Godino,2002) y ha incentivado a que el sujeto sea capaz de realizar las distintas prácticas prototípicas que configuran el significado de dicho objeto en la institución, del tema Regresión Lineal en alumnos de un primer curso de Estadística en una Facultad de Ciencias Veterinarias donde esta asignatura cumple un rol instrumental.

Bibliografía

- Alonso, C. y Gallego, D. (1995) *Aprendizaje y ordenador*. Madrid: UNED
- Anido, M. (2002). *Una propuesta de incorporación de la herramienta computacional a la enseñanza de la Matemática en la Universidad*. Tesis de doctorado, UNED, Madrid, España.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognoscitiva*. Barcelona: Piados.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics*. Dordrecht: Kluwer A. P.
- Casanova, M. A. (1995). *Manual de evaluación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*. Vol. 22(2/3).
- Kazmier, Leonard J. (1999) *Estadística aplicada a la administración y a la economía*. 3ra. ed. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Polya, G. (1975). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Vergnaud, G. y Durand, C. (1976). Structures additives et complexité psychogénétique. En *Revue française de Pédagogie*, 36. pp. 28-43.