

La enseñanza de la inferencia estadística en carreras donde la estadística cumple un rol instrumental

Resumen

Teresita E. Terán
*Facultad de Ciencias
Económicas y Estadística
Facultad de Ciencias
Veterinarias (UNR)*

E-mail: teresitateran@hotmail.com

El trabajo que se presenta se plantea y justifica a partir del problema que surge en la enseñanza de la Estadística en carreras de grado no estadísticas.

En relación a la Inferencia Estadística, ésta es una de las grandes ramas de la Estadística y una herramienta metodológica fundamental en las ciencias empíricas ya que trata el asunto de la confianza en las conclusiones estadísticas.

En cursos básicos de Ciencias Económicas, Ingeniería y Ciencias Veterinarias el aprendizaje de los temas relativos a Inferencia Estadística se considera difícil y los resultados insatisfactorios.

La tecnología, por su parte, en el momento actual influye en el qué y cómo enseñar, lo que acentúa la necesidad de una continua revisión de contenidos y métodos condicionada por las hipótesis previas que determinan el aprendizaje.

A través de un análisis bibliográfico de distintos autores sobre el tema, se perfila un marco teórico relativo a la cognición estadística y se acota un campo de estudio que permita hacer un aporte investigativo en la comprensión de aquellos temas en los que se detecten mayores dificultades y proponer una trayectoria didáctica.

Se plantea este trabajo desde la Didáctica de la Estadística y desde la propia práctica docente como profesora de cursos introductorios de Estadística para alumnos de diversas especialidades, partiendo de los siguientes interrogantes: ¿cuál es el nivel de comprensión de los alumnos, sobre el tema, en un primer curso de Estadística de la universidad?; ¿existen

Palabras clave

- enseñanza
- carreras no estadísticas
- inferencia
- propuesta didáctica

desajustes entre lo que se pretende enseñar y lo que se aprende?; ¿qué dificultades y errores se pueden detectar?, ¿cuáles son los obstáculos de los cuáles devienen?; ¿qué propuestas teóricas en Educación Estadística nos proporcionan herramientas convenientes para el análisis conceptual y semiótico de temas de la Inferencia Estadística?; ¿qué metodología didáctica podría facilitar un aprendizaje significativo de determinados temas de la Inferencia Estadística?

Abstract

The work is justified and arises from the problem that arises in the teaching of Statistics in career grade statistics. In relation to statistical inference, this is one of the major branches of Statistics and a key methodological tool in empirical science as it addresses the issue of confidence in the outcome statistics. Basic courses in Economics, Engineering and Veterinary Sciences learning issues relating to statistical inference is considered difficult and with unsatisfactory results.

In other hand, at present, technology at present influences in what and how we teach, which accentuates the need for an ongoing review of content and methods depend on the assumptions that determine the prior learning. Through an analysis of literature by different authors on the subject, statistics cognition is outlined to make a research contribution in the understanding of those subjects where the greatest difficulties are identified and propose a didactic strategy to solve them.

This work arose from the Teaching of Statistics and from their own teaching practice as a teacher of introductory courses in Statistics for students of various specialties, based on the following question: what is the level of understanding of students on the subject a first course.

Key words

- education
- not professional statistics
- inference
- didactic proposal

1. Introducción

En el marco del proyecto FOMECA, Gallese y otros (2000) analizan la problemática sobre la enseñanza y aprendizaje de la Estadística en carreras no estadísticas. En este trabajo se proponen indagar, a través de técnicas cuali-cuantitativas, cuáles son los conocimientos estadísticos que el ejercicio profesional le exige a los graduados de carreras no-estadísticas frente al inicio del tercer milenio, con miras a elaborar:

- Recomendaciones en general, para una futura actualización de los contenidos de los programas correspondientes, a fin de que la enseñanza responda a los requerimientos del medio.
- Una guía donde consten contenidos y ejercicios de aplicación.

Hacia fines de 1997 para intentar dar respuesta al planteo, que fuera el eje temático de la Cuarta Conferencia sobre Enseñanza de Estadística (ICOTS

IV (International Congress of Teaching Statistics)), en cuanto a que “si estamos preparando a nuestros alumnos acorde a los requerimientos del medio social en el que deberán actuar cuando se reciban”, un grupo de docentes, bajo la dirección de Gallese y otros (2001) se plantearon las siguientes interrogantes:

- ¿Son necesarios y suficientes los conocimientos que estamos brindando a nuestros alumnos?
- ¿Es correcta la ubicación de la asignatura dentro del programa de estudio correspondiente?
- ¿Es adecuada la carga horaria asignada a las cátedras correspondientes?

Estos interrogantes llevaron a elaborar un proyecto de investigación llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística (FCEE) de la Universidad Nacional de Rosario (U.N.R.), desde principios de 1998. Este proyecto se enmarca en un contexto general del Fomento al Mejoramiento de la Enseñanza de Estadística en Carreras no Estadísticas (FOMECE Nº 618), mencionado anteriormente.

A través de esta investigación se intentó conocer la realidad que les toca vivir a los contadores y a los ingenieros químicos, en relación con la capacitación estadística que han recibido en sus respectivas carreras de grado.

Consideran fundamental “el pensamiento estadístico” expresando que además de destacar la importancia de la calidad del dato para su posterior análisis, es necesario que los alumnos conozcan la forma en que se obtienen las estadísticas oficiales.

Gallese y Ferreri (2001) recomiendan seguir a Moore (1992), quien habla de tres contenidos básicos: *la organización y el resumen de los datos*, que incluye todas las herramientas y las estrategias para saber leerlas y comunicar lo encontrado; *la producción de los datos*, que incluye todos el diseño de una investigación y la *obtención de conclusiones*, que abarca fundamentalmente Inferencia Estadística.

En una nueva etapa, Gallese y otros (2001) complementan la investigación sobre el Mejoramiento de la Calidad en la Educación Estadística recomendando para un curso de Estadística para no estadísticos,

enfrentarse con los siguientes interrogantes: ¿Qué pretendemos para nuestro curso? ¿Qué contenidos son los que debemos enseñar? ¿Cómo debemos hacerlo? ¿De qué forma es conveniente evaluar el aprendizaje en nuestros alumnos? ¿Es importante la utilización de programas de computación? ¿Conviene usar un texto determinado?

Con respecto a los conceptos centrales de la Estadística, proponen también señalar como temas principales la aleatoriedad, la variabilidad, los distintos tipos de errores (de muestreo, sistemáticos, vicio, etc.). El concepto de distribuciones debe asociarse a la idea de variabilidad.

En cuanto al tiempo asignado para este curso, sostienen que siempre será escaso, que siempre se encontrarán entre la disyuntiva de abarcar un extenso programa o lograr que sus alumnos realmente comprendan los aspectos más importantes de esta disciplina.

En el mismo estudio (Gallese y otros, 2001) sostienen también la pregunta relacionada con la forma de evaluar el aprendizaje que es de fundamental importancia ya que, como afirma Hubbard (1997), la evaluación conduce el aprendizaje de los alumnos. Sugieren encontrar ejercicios en los cuales los alumnos muestren lo que comprenden de Estadística y no lo que saben calcular o lo que memorizaron. Plantean que el uso de preguntas conceptuales, con un toque de ambigüedad, pueden ser una buena idea. Indican que hay muchas alternativas: armar pequeños exámenes conceptuales para los 10' últimos de cada clase, o exámenes de 1' preguntándoles qué es lo que mejor entendieron y qué es lo que más les costó entender, darles problemas para resolver y pedirles informes escritos, etc.

Finalizan su trabajo, Gallese y otros (2001), destacando que los futuros no estadísticos necesitan de la Estadística para un mejor desempeño profesional; y recomiendan que los docentes enfrenten el desafío de descubrir nuevos caminos para emprender con éxito una tarea que en verdad es fascinante: ayudar a los alumnos a descubrir lo maravillosa y útil que les

resultará la Estadística y la importancia de tenerla como aliada en la toma de decisiones.

Las investigaciones publicadas no se refieren sólo a conocimientos conceptuales o procedimentales. Siguiendo las ideas de Wild y Pfannkuch (1999) se recomiendan estudios sobre el desarrollo del razonamiento estadístico, que comprende, de acuerdo con estos autores, cinco componentes fundamentales:

- *Reconocimiento de la necesidad de los datos:* la base de la investigación estadística es la hipótesis de que muchas situaciones de la vida real sólo pueden ser comprendidas a partir del análisis de datos que han sido recogidos en forma adecuada.

- *Transnumeración:* en la comprensión o insight que puede surgir sobre un problema al pasar de los datos brutos a una representación de su distribución, al seleccionar una parte de los datos, o al aplicar una transformación o procedimiento. Es importante aquí la perspectiva de modelización, que “captura” las cualidades o características del mundo real, extrayendo sentido de los datos y permite comunicar este significado, en forma que sea comprensible a otros.

- *Percepción de la variación, así como de la incertidumbre:* originada por la variación no explicada, ya que la Estadística permite hacer predicciones, buscar explicaciones y causas de la variación y aprender del contexto, controlando dicha variación.

- *Razonamiento con modelos estadísticos:* cualquier útil estadístico, incluso un gráfico simple, una línea de regresión o un resumen pueden contemplarse como modelo, puesto que son formas de representar la realidad. Lo importante es diferenciar el modelo y los datos y al mismo tiempo relacionarlo con los datos.

- *Integración de la Estadística y el contexto:* es también un componente esencial del razonamiento estadístico.

2. Algunos antecedentes de investigación sobre enseñanza de la inferencia estadística

2.1. La inferencia estadística

En la vida cotidiana, todos hacemos estimaciones. Cuando queremos cruzar una calle, y no hay semáforos, hacemos estimaciones sobre la velocidad de los autos que se acercan, sobre la distancia entre nosotros y el auto más cercano y sobre su velocidad. Luego de haber estimado todas estas variables decidimos qué hacer.

Esto ocurre también en relación con distintas actividades. Por ejemplo:

- El jefe del Departamento Alumnos de una Facultad hace estimaciones acerca de las inscripciones anuales de las distintas materias.

- Los gerentes de un Banco estiman si un cliente pagará o no un crédito.

- Las inmobiliarias estiman el comportamiento del mercado para la compra de propiedades.

- Los futuros compradores de una propiedad hacen estimaciones sobre el comportamiento de las tasas de interés de los préstamos hipotecarios.

- Un candidato estima si puede ganar una elección.

- Un niño estima sus aciertos al disparar una flecha hacia un círculo.

- Una compañía de Seguros estima el costo medio de reparación de autos por daños causados por siniestros.

- Un laboratorio estima la cantidad de una cierta droga que necesita para la producción de remedios.

- Un señor estima si va a llevar un paraguas a su trabajo esta tarde.

- Un niño estima si lo van a dejar salir con sus amigos a jugar.

Todas estas personas hacen estimaciones sin preocuparse de que su comportamiento sea científico o no, pero con la esperanza de que entre la estimación y el resultado haya una semejanza razonable (Dorán y Hernández, 1999)

Se dice que: la inferencia a partir de muestras es el proceso de extraer conclusiones a partir de prue-

bas. La inferencia estadística es una de las grandes ramas de la Estadística y una herramienta metodológica fundamental en las ciencias empíricas y trata el asunto de la confianza en las conclusiones estadísticas. La inferencia estadística formal nos permite cuantificar nuestra confianza en los resultados de muestras aleatorias y experimentos aleatorios, y por tanto verificar nuestras impresiones mediante cálculos (Batanero, 2001).

2.2. La enseñanza de la inferencia estadística

La evidencia del fracaso de los alumnos para comprender los conceptos de probabilidad y el razonamiento inferencial basado en la Probabilidad es tan fuerte que la mayoría de los docentes podría agregar su propia experiencia personal a esta evidencia, en base a esto Garfield y Ahlgren (1988), sugieren explorar cómo pueden enseñarse ideas útiles de inferencia estadística independientemente de las técnicas de probabilidad correctas.

Moore (1992) destaca en el mismo sentido que la tendencia actual de reforzar la experiencia real con el Análisis de Datos en el comienzo de la instrucción, antes de introducirse en la Probabilidad y la Inferencia, es el mejor aliado pedagógico, tanto como presentar una introducción más balanceada de la práctica estadística. También considera que la abundante dosis de la Probabilidad formal tradicionalmente encontrada en los primeros cursos de Estadística puede ser ampliamente reducida, y que se debe limitar a aquellos aspectos de la Probabilidad que son esenciales para la inferencia. A su juicio no se puede dar Probabilidad como una asignatura y considera más beneficioso que el alumno pueda construir su comprensión sobre el tema Probabilidad en base a la realización de experiencias con fenómenos aleatorios simples y a la simulación con computadoras.

Afirma además que la observación de las distribuciones de los datos puede guiar hacia la experimentación con el azar y hacer que se tome conciencia de que las herramientas del análisis de datos también

describen la distribución de los resultados de las repeticiones de fenómenos aleatorios.

El análisis realizado nos lleva a plantear los siguientes interrogantes:

- ¿Qué es un problema en Estadística?
- ¿Por qué resolver problemas?
- ¿Cuál es su importancia?
- ¿Cómo se ubica el problema en la planificación de la clase?

Surge así: El problema como eje de la planificación ↔ el método de proyectos

3. Método de proyectos

Según Álvarez (1990) un Proyecto supone un deseo o necesidad, un acuerdo previo, una organización y distribución del trabajo por realizar y los roles.

Un proyecto, en el sentido en que lo entendemos, supone necesariamente la construcción de algo concreto, visible, mostrable, desarrollado en un tiempo predeterminado, para lo cual deberemos adquirir, afianzar o ejercitar determinados saberes y competencias y el cual pondrá en tela de juicio muchas de nuestras actitudes y procedimientos.

El Proyecto puede surgir tanto del docente como del alumno o de una necesidad de articulación con los contenidos a desarrollar; lo importante en cualquiera de los casos es tener en cuenta que siempre implica una elaboración previa por parte del docente, que es quién determinará su intencionalidad pedagógica.

Álvarez (1990) también considera que los proyectos no son un modo diferente de planificar; se trata de una metodología de enseñanza-aprendizaje que parte de la base de que lo que coloca al sujeto en una mejor situación de aprender, es la necesidad de tener que llevar a cabo algo.

Además, acota Álvarez que los proyectos son para los alumnos la razón de ser de su esfuerzo y su entusiasmo; para el docente, en cambio, constituyen una herramienta metodológica, una excusa que le ofrece ricas y variadas posibilidades de enseñanza-aprendizaje de los contenidos curriculares.

Un proyecto no se recuesta en temas sino en contenidos que se desprenden de las distintas acciones a que diera lugar; entonces, no es el tema lo que importa sino los contenidos que de ese tema se desprenden, tanto procedimentales como conceptuales y actitudinales.

Álvarez (1990) opina que los proyectos tienen un tiempo acotado, previsto a priori por el docente (y consensuado con los alumnos), que deberá darle la dirección que necesita para poder poner en juego su intencionalidad pedagógica. Los alumnos saben que ese será el tiempo de duración, pues al explicitar el proyecto se anotarán globalmente las acciones necesarias por realizar y entre todos se corroborará con el calendario su duración.

Los proyectos tienden a generar autonomía y responsabilidad en los alumnos así como a democratizar su acceso a los objetos de conocimiento, partiendo de las diferencias y privilegiándolas.

Concluye Álvarez que los proyectos propician dinámicas mixtas de trabajo. Facilitan el trabajo grupal (grupo completo, pequeños grupos) e individual, así como los espacios para la sistematización de algunos contenidos particulares que el docente ha priorizado a partir de las situaciones de aprendizaje a que el propio desarrollo del proyecto diera lugar. Los contenidos que se trabajan en cada ejercicio espiralado no responden necesariamente a una sola de las áreas ni son únicamente conceptuales, procedimentales o actitudinales sino combinados. Un procedimiento puede dar lugar al enunciado de un concepto y a una actitud, y viceversa.

En suma, un proyecto es siempre “una posibilidad privilegiada para cargar de sentido los aprendizajes; en un proyecto siempre hay un ‘para qué’ legítimo o dicho en otras palabras: no se aprende para aprender sino para resolver o para jugar, para lucirse o para servir... El ‘para’ abre la puerta hacia la significatividad de un aprendizaje. Si no acertamos con el término de esta preposición, estaremos cerrando esa puerta”. (Argañaraz, 1989)

Para Mare y Tedesco (2001) un proyecto es un plan que expresa una intencionalidad explicitando

los objetivos que lo guían, y ofrece un marco orientador para la toma de decisiones durante la enseñanza. Se caracteriza por su flexibilidad, ya que en la práctica puede ser modificado, enriquecido y recreado en cada situación concreta. En consecuencia, se opone por definición a los tradicionales planes detallados, rígidos y prescriptivos.

3.1. Los proyectos como trayectoria didáctica en estadística

El trabajo con proyectos, según los Principios y Estándares Curriculares del National Council of Teachers of Mathematic (NCTM, 2000), en relación a la enseñanza de la Estadística, es una forma de recoger datos de observación, encuestas y experimentos, representar datos en tablas, gráficos lineales, sectorgramas y barras, reconocer las diferencias al representar datos numéricos y categóricos, usar las medidas de tendencia central, e interpretarlas en base a lo que cada una indica sobre el conjunto de datos, comparar distintas representaciones de los mismos datos y evaluar qué aspectos importantes del conjunto de datos se muestran mejor con cada una de ellas, proporcionar y justificar conclusiones y predicciones basadas en los datos y diseñar estudios para mejorar las conclusiones y predicciones e integrar la Estadística Inferencial en una facultad donde la Estadística tiene carácter instrumental.

En lugar de introducir los conceptos y técnicas descontextualizadas, o aplicadas únicamente a problemas tipo, difíciles de encontrar en la vida real, se trata de presentar las diferentes fases de una investigación estadística: planteamiento de un problema, decisión sobre los datos a recoger, recopilación y análisis de datos y obtención de conclusiones sobre el problema planteado.

3.2 ¿Por qué una estadística basada en proyectos?

Anderson y Loynes (1987), señalan que la Estadística es inseparable de sus aplicaciones y su justificación final es su utilidad en la resolución de problemas externos a la propia estadística.

Por otro lado, hay que diferenciar entre conocer y ser capaz de aplicar un conocimiento. La habilidad para aplicar los conocimientos estadísticos es frecuentemente mucho más difícil de lo que se supone, por que requiere no sólo conocimientos técnicos (tales como preparar un gráfico o calcular un promedio), sino también conocimientos estratégicos (saber cuándo hay que usar un concepto o gráfico dado). Los problemas y ejercicios de los libros de texto sólo suelen concentrarse en los conocimientos técnicos. Al trabajar con proyectos se coloca a los alumnos en la posición de tener que pensar en preguntas, como las siguientes, que se realizan en referencia a la Estadística, teniendo en cuenta las características generales citadas por la National Council of Teachers of Mathematic (NCTM, 2000), al definir los objetivos de la metodología de trabajos por proyectos (Graham, 1987):

- ¿Cuál es mi problema?
- ¿Necesito datos? ¿Cuáles?
- ¿Cómo puedo obtenerlos?
- ¿Qué significa este resultado en la práctica?

Los proyectos estadísticos aumentan la motivación de los estudiantes. No hay nada que haga más odiosa la estadística que la resolución de ejercicios descontextualizados, donde se pida al alumno calcular la media o ajustar una recta de regresión a un conjunto de números. No hay que olvidar que la Estadística es la ciencia de los datos y los datos no son números, sino números en un contexto. La principal característica de un curso basado en proyectos es que el énfasis se da a las tareas, que, al menos aproximadamente, deben ser realistas.

Como sugiere Holmes (1997) si los estudiantes trabajan la estadística por medio de proyectos se consiguen varios puntos positivos:

- Los proyectos permiten contextualizar la estadística y hacerla más relevante. Si los datos surgen de un problema, son datos con significado y tienen que ser interpretados.
- Los proyectos refuerzan el interés, sobre todo si es el alumno el que elige el tema. El alumno quiere resolver el problema, no es impuesto por el profesor.

- Se aprende mejor qué son los datos reales, y se introducen ideas que no aparecen con los datos inventados por el profesor; precisión, variabilidad, fiabilidad, posibilidad de medición, sesgo.

- Se muestra que la estadística no se reduce a contenidos matemáticos.

Los proyectos se conciben como verdaderas investigaciones, donde tratamos de integrar la Estadística dentro del proceso más general de investigación. Deben escogerse con cuidado, ser realistas (incluso cuando sean versiones simplificadas de un problema dado) abiertos y apropiados al nivel del alumno.

Batanero y Díaz (2002) presentan una forma de trabajo en la que la parte puramente “matemática” de la estadística (la reducción, análisis e interpretación de los datos) es sólo una de las fases, y aún la interpretación ha de hacerse en función del contexto del problema planteado.

La fase de planteamiento de preguntas es una de las más difíciles. Los alumnos rara vez comienzan con un problema claramente formulado. Generalmente podrían comenzar sin preguntas claramente definidas y el papel del profesor es ayudarles a pasar de un tema general a una pregunta que pueda contestarse. Nolan y Speed (1999) sugieren que en el comienzo el profesor no debe centrarse en la terminología estadística, sino proporcionar estrategias generales que puedan generalizarse a otros datos y contextos. Una lista de puntos a tener en cuenta al plantear las preguntas de investigación es la siguiente:

- ¿Qué quieres probar?
- ¿Qué tienes que medir/observar/preguntar?
- ¿Qué datos necesitas? ¿Cómo encontrarás tus datos? ¿Qué harás con ellos?
- ¿Crees que puedes hacerlo? ¿Encontrarás problemas? ¿Cuáles?
- ¿Podrás contestar tu pregunta? ¿Para qué te servirán los resultados?

El trabajo con proyectos en la clase de Estadística plantea el problema de la gestión integral de los elementos que intervienen en la clase, de modo que se oriente a los alumnos hacia el aprendizaje de conceptos y gráficos, la ejercitación de las técnicas

de cálculo y la mejora en sus capacidades de argumentación, formulación de conjeturas y creatividad.

4. Contenidos estadísticos específicos de un proyecto

Batanero y Godino (2000) aplican esta filosofía de enseñanza desde hace algunos años para asignaturas de Estadística con alumnos de un primer curso de la Universidad de Granada.

Mientras que en los problemas y ejercicios “tradicionales” nos concentramos cada vez en un solo concepto, propiedad o capacidad, en un proyecto se suelen trabajar diversidad de contenidos. Presentamos aquí una secuenciación posible de componentes de un proyecto, que, por su carácter abierto, podría dar lugar a diferentes diseños.

1) Aplicaciones de la Estadística: diseño de un experimento; análisis de datos experimentales; comparación de datos experimentales con patrones teóricos.

2) Conceptos y propiedades: aleatoriedad: experimento aleatorio; secuencia de resultados aleatorios; sucesos equiprobables; independencia de ensayos; variable estadística discreta; frecuencia absoluta; tabla de frecuencias; distribución de frecuencias; posición central: moda; media; mediana; dispersión: rango; casos centrales; 50% de casos centrales.

3) Notaciones y representaciones: palabras como frecuencia; media; mediana; modo; recorrido; etc. Símbolos como x ; Me ; Mo ; tablas de frecuencia; gráficos de puntos; barras, barras adosadas, sectores, cajas.

4) Técnicas y procedimientos: diseño de un experimento; generación de hipótesis y conjeturas, recogida y registro de datos experimentales; elaboración de tablas de frecuencia; recuento y cálculo de frecuencia, elaboración de gráficos de puntos, diagramas de barras, diagramas de barras compuestas y gráficos de sectores; interpretación de tablas y gráficos; elaboración de conclusiones a partir del análisis de tablas y gráficos; elaboración de argumentos y

conclusiones a partir del análisis de datos obtenidos en un experimento; uso de calculadora gráfica, hojas de cálculo o software estadístico.

5) Actitudes: reflexión sobre las propias intuiciones incorrectas en relación a los experimentos aleatorios; valoración de la utilidad de la estadística para analizar datos obtenidos mediante experimentación; valoración de la estética y la claridad en la construcción de tablas y gráficos estadísticos.

5. La evaluación de los proyectos en las clases de estadística

Para Menin y Sanjurjo (1986), la evaluación de proyectos no será un acto único y final, sino un proceso continuo e integral, es decir que comienza desde el principio del proceso de aprendizaje y se ensambla continuamente con todos los otros aspectos de dicho proceso. Se evaluarán entonces, objetivos, contenidos y actividades. Entre los objetivos específicos se tratará de integrar tanto los que se refieren al área intelectual (conocimientos y procesos intelectuales), como los referidos al logro de determinadas actitudes. La evaluación de actividades cobra importancia porque a través de ellas se pueden observar mejor los pasos seguidos para acceder a los contenidos y para lograr los restantes objetivos.

Si el alumno está motivado para aprender, la evaluación surgirá como una necesidad y no como una imposición. Se infiere entonces otro principio básico de un nuevo sistema evaluativo:

La participación del alumno en la evaluación de su propio trabajo.

Esta posición sobre la evaluación de proyectos de carácter general, coincide con las recomendaciones del National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000), que concibe la evaluación como un proceso dinámico y continuo de producción de información sobre el progreso de los alumnos hacia los objetivos de aprendizaje:

- *Comprensión conceptual*: capacidad de dar nombre, verbalizar y definir conceptos; identificar y generar ejemplos válidos y no válidos; utilizar modelos, diagramas y símbolos para representar conceptos; pasar de un modo de representación a otro; reconocer los diversos significados e interpretaciones de los conceptos; identificar propiedades de un concepto determinado y reconocer las condiciones que determinan un concepto en particular, comparar y contrastar conceptos.

- *Conocimientos procedimentales*: capacidad de reconocer cuándo es adecuado un procedimiento; explicar las razones para los distintos pasos de un procedimiento; llevar a cabo un procedimiento de forma fiable y eficaz; verificar el resultado de un procedimiento empíricamente o analíticamente; reconocer procedimientos correctos e incorrectos; reconocer la naturaleza y el papel que cumplen los procedimientos dentro de las matemáticas.

- *Resolución de problemas*: capacidad de formular y resolver el problema; explicar diversas estrategias para resolver problemas; comprobar e interpretar resultados; generalizar soluciones.

- *Formulación y comunicación matemática*: capacidad de expresar ideas matemáticas en forma hablada, escrita o mediante representaciones visuales; interpretar y juzgar ideas matemáticas, presentadas de forma escrita, oral o visual; utilizar el vocabulario matemático, notaciones y estructuras para representar ideas, describir relaciones.

- *Razonamiento matemático*: capacidad de utilizar el razonamiento inductivo para reconocer patrones y formular conjeturas; utilizar el razonamiento deductivo para verificar una conclusión, juzgar la validez de un argumento y construir argumentos válidos; analizar situaciones para hallar propiedades y estructuras comunes.

- *Actitud o disposición hacia las matemáticas*: muestra de confianza en el uso de las matemáticas para resolver problemas, comunicar ideas y razonar; flexibilidad al explorar ideas matemáticas y probar métodos alternativos para la resolución de problemas; deseo de continuar hasta el final con una tarea matemática; interés, curiosidad e inventiva al hacer matemáticas; inclinación a revisar y reflexionar sobre su propio pensamiento y su actuación; valorar la aplicación de las matemáticas a situaciones que surjan de otras materias y de la experiencia diaria; reconocer el papel que cumplen las matemáticas en nuestra cultura, y el valor que tienen como herramienta y como lenguaje.

6. Conclusión

La enseñanza de la Inferencia Estadística en carreras no estadísticas plantea un desafío, donde el docente debe poner en práctica toda su experiencia docente para lograr un aprendizaje significativo en sus alumnos.

El proceso de enseñanza y aprendizaje a partir del método de proyectos permite el desarrollo de capacidades para la reflexión crítica de los alumnos, el aprendizaje social, el trabajo grupal y la actitud positiva de los alumnos hacia el conocimiento científico, a través de un proceso activo y participativo.

Consideramos que el fundamento teórico y los resultados satisfactorios de experiencias concretadas en la Facultad de Ciencias Veterinarias (U.N.R.) sobre esta metodología, constituyen un aporte que puede disminuir la incidencia de los factores que afectan negativamente la comprensión de conceptos sobre Inferencia Estadística en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en carreras donde la Estadística desempeña un rol instrumental

Bibliografía

- Álvarez, S. (1990). *Proyectos integrados en el aula*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Anderson, C. W. y Loynes, R. M. (1987). *The teaching of practical statistics*. Nueva York: Wiley.
- Batanero, C. (2000). Controversies around significance tests. *Journal of Mathematics Thinking and Learning*. Vol. 2(1-2). pp. 75-98.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística*. Granada: Grupo de Investigación en Educación Estadística. Disponible en: <http://www.ugr.es/local/batanero>. ISBN 84-699-4295-6.
- Batanero, C. (2001). (Ed.), *Training researchers in the use of statistics*. Granada: International Association for Statistical Education and International Statistical Institute.
- Dorán, J. L. y Hernández, E. (1999). *Las matemáticas en la vida cotidiana*. Madrid: Addison-Wesley / Universidad Autónoma de Madrid.
- Gallese, E., Antoni, J., Alvarez, M. E. y otros (2000). Problemática sobre la enseñanza y el aprendizaje de la estadística en carreras no estadísticas. *Quintas Jornadas "Investigaciones en la Facultad" de Ciencias Económicas y Estadística*. Rosario, Argentina.
- Gallese, E., Antoni, J., Alvarez, M. E. y otros (2001). Mejoramiento de la Calidad en la Educación Estadística. *Sextas Jornadas "Investigaciones en la Facultad" de Ciencias Económicas y Estadística*. Rosario, Argentina.
- Garfield, J. y Alhgren, A. (1988). Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 19(1). pp. 44 - 63.
- Godino, J. D. (2000). *Problemas de investigación basados en el enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática*. En Documento de trabajo del curso de doctorado "Teoría de la Educación Matemática". Disponible en: <http://www.ugr.es/local/jgodino/> Universidad de Granada. Departamento de Didáctica de la Matemática.
- Graham, A. (1987). *Statistical investigations in the secondary school*. Cambridge: The Open University Centre for Mathematics Education.
- Holmes, P. (1997). Assessing project work by external examiners. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.) *The assesment challenge in statistics education*. Voorburg: IOS Press.
- Hubbard, R. (1997). Assessment and the Process of Learning Statistics. *Journal of Statistics Education*. Vol. 5(1)
- Mare, M. y Tedesco, G. (2001). Proyecto: una forma de trabajo en el aula. En Carozzi de Rojo (Compiladora). *Proyectos integrados en el aula*. Buenos Aires: Paidós
- Moore, D. (1992). What is Statistics? En Hoaglin, D. and Moore, D. (Ed.), *Perspectives on Contemporary Statistics*. pp. 1-15. United States of America: The Mathematical Association of America.
- N.C.T.M. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA; N.C.T.M. Disponible en: <http://standards.nctm.org/>
- Nolan, D. y Speed, T. P. (1999). Teaching statistics theory through applications. *American Statistician*. Vol. 53. pp. 370 - 375.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67(3). pp. 223-265.