

Efectos de una enseñanza basada en proyectos sobre el rendimiento en Estadística en estudiantes de Ingeniería

por Stella M. Figueroa, Rubén Ledesma y María A. Pérez

Resumen

El propósito de este trabajo es proporcionar información sobre el rendimiento académico en Estadística de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, al aplicar una enseñanza basada en proyectos de análisis de datos. Se midió a partir de las respuestas al cuestionario de Konold y Garfield (1993), dadas por alumnos de la asignatura Estadística Básica. Los resultados mostraron un mejor rendimiento académico en los alumnos que recibieron una experiencia didáctica con carácter innovador, que considera un aprendizaje significativo orientado a las competencias.

Abstract

The purpose of this paper is provide information on the academic performance of students in Statistics, in Engineering careers at the Universidad Nacional de Mar del Plata, on having applied an education based on projects of analysis of information. The measurements were done from the students answers to the Konold and Garfield questionnaire (1993). The results showed better academic performance in students who took part of an innovative didactic experience, which considers a meaningful learning orientated to competences.

Introducción

Los principios de aprendizaje de la estadística se basan en considerar que: los estudiantes aprenden mediante la práctica y la construcción de conocimiento cuando se ven participando activamente en actividades de aprendizaje (Garfield y Ben-Zvi, 2007, citado en Arteaga, 2011 p.28). Una enseñanza Estadística basada en proyectos de análisis de datos es un recurso que considera estos principios de aprendizaje. Los proyectos varían desde problemas sencillos de representación de datos, hasta la comprobación de hipótesis o el uso de la simulación.

En lugar de imponer un modelo que exprese la regularidad de las observaciones, se genera un modelo a partir de las mismas. Para ello es necesario desarrollar habilidades para lograr en el alumno el “razonamiento estadístico” que considera una lectura crítica de los datos, el uso de diferentes representaciones y el establecimiento de regularidades y variaciones. (Wild y Pfannkuch, 1999).

Los autores son, respectivamente, autora, director y co-director de la Tesis de Maestría: “Enseñanza de la Estadística basada en proyectos de análisis de datos. Una propuesta que contribuye a mejorar las actitudes y el rendimiento en Estadística” cuyos principales resultados se exponen en este trabajo.

Dirección de contacto: stellafigueroa@gmail.com

Watson (2006, citado en Arteaga 2011, p.24), investigó sobre la comprensión de los distintos contenidos de estadística y probabilidad y su relación con el desarrollo de la cultura estadística en los alumnos. Señala la importancia de enfrentarlos a problemas estadísticos contextualizados, porque es el tipo de problemas con el que se encontrará a futuro. También define una jerarquía de niveles de cultura estadística para evaluar la comprensión de los estudiantes, a saber: el desarrollo del conocimiento básico de los conceptos estadísticos y probabilísticos, la comprensión de los razonamientos y argumentos estadísticos cuando se presentan dentro de un contexto más amplio de algún informe en los medios de comunicación o en el trabajo y una actitud crítica que se asume al cuestionar argumentos que estén basados en evidencia estadística.

Se destaca que el razonamiento estadístico aparece en esta jerarquía de niveles para la evaluación de la comprensión en estadística y probabilidad, como así también en la concepción de la estadística dada por los estándares del NCTM (2000).

También Batanero (2001) y Arteaga (2011) enfatizan el uso de proyectos en la formación estadística de los futuros profesores, como una forma de introducirlos al trabajo cooperativo y a una filosofía exploratoria, de acuerdo con las recomendaciones recientes sobre la enseñanza de la Estadística. De esta manera la Estadística se da en un contexto, se muestra su utilidad a través del análisis de datos. En el desarrollo de proyectos los estudiantes además de realizar cálculos o gráficos, elaboran informes usando los resultados obtenidos para argumentar y tomar decisiones, aplicando el razonamiento estadístico.

En los planes de estudio de las carreras de ingeniería, la necesidad de estudiar fenómenos aleatorios y el creciente uso de la Estadística ha incrementado la importancia de los cursos de Probabilidad y Estadística. Consecuentemente con estos requerimientos, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, (CONFEDI), propone la adquisición de un aprendizaje por competencias.

A continuación se describen las que se consideraron para este trabajo: "Desarrollar en los estudiantes capacidad de manejo de situaciones bajo incertidumbre, consolidando actitudes para la solución de problemas no tradicionales con predisposición a la adopción de soluciones de bajo riesgo. Utilizar pensamiento lógico formal para obtener conclusiones a partir de datos. Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. Utilizar sistemas de representación gráfica. Planificar estrategias para la resolución de situaciones problema a partir de la identificación

de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones integrando los saberes. Identificar y aplicar la información correspondiente a cada situación. Utilizar modelos de simulación simples de situaciones reales o hipotéticas. Manipular instrumental de laboratorio para realizar experiencias. Realizar prácticas de laboratorio para inferir y verificar leyes, comprender fenómenos y efectuar mediciones". (CONFEDI, 2005-2007).

Las competencias mencionadas están relacionadas con el área Estadística desde una perspectiva instrumental. El razonamiento estadístico ayuda a comprender el por qué y el cómo se realizan las investigaciones estadísticas. (Gal 2002, citado en Montenegro, 2006). Este tipo de razonamiento incluye el reconocimiento de todas las etapas del proceso investigativo completo: desde la pregunta de investigación, la recolección de los datos, la selección de la técnica para analizarlos, la prueba de hipótesis, la elaboración de conclusiones en base a la información analizada y la toma posterior de decisiones.

La asignatura Estadística está presente en los primeros años de las carreras universitarias, sin embargo, lo desarrollado en los programas no es suficiente para que un profesional recién graduado se sienta incentivado a continuar con el estudio de la Estadística, o a utilizarla en su quehacer profesional (Gómez, 2010). Es conocido el rechazo al aprendizaje memorístico dado por fórmulas vacías de contenido y de significado que lo único que dejan en el estudiante de ingeniería es el recuerdo de pasarlo lo más rápido posible (Aparicio, 2000).

La motivación que surge al partir de un aprendizaje significativo orientado a las competencias, puede modificar esta tendencia. El estudiante, al cambiar el aprendizaje memorístico o por repetición por un aprendizaje en el cual puede incorporar el conocimiento nuevo a las estructuras previas del conocimiento, aprende algo que adquiere significado a partir de lo que ya sabe y puede establecer un compromiso afectivo para relacionar el nuevo conocimiento con el aprendizaje previo.

Una enseñanza de la Estadística basada en proyectos de análisis de datos aplica el razonamiento estadístico que tiende hacia el aprendizaje significativo de conceptos y representaciones, a su interpretación, al estudio de la variabilidad de los datos, a la ejercitación de las técnicas y a la mejora en sus capacidades de argumentación, formulación de conjeturas y validación. Estas capacidades se orientan hacia la adquisición de las competencias requeridas para la formación del ingeniero. El rendimiento de los alumnos hacia la Estadística es evaluado a través del logro de estas capacidades. Por lo que el objetivo de este

trabajo es aportar conocimiento sobre los efectos que una enseñanza basada en proyectos de análisis de datos, produce sobre el rendimiento en Estadística de los alumnos de Ingeniería.

En consecuencia, enseñar estadística a través de proyectos, orienta hacia el logro de las competencias en el área, potencia actitudes positivas en los estudiantes y puede ser un disparador para su aplicación en el desempeño profesional del futuro ingeniero.

Metodología

La población objetivo estuvo dada por los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la cátedra de Estadística Básica, de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Los alumnos al inscribirse, eligen el turno donde cursar la materia, quedando conformados dos grupos no aleatorios desde el momento de la inscripción y, al no poder asignar aleatoriamente las unidades experimentales a las metodologías de enseñanza, se parte de dos grupos independientes. Por lo que el tipo de diseño de investigación que se adaptó en este trabajo es cuasi experimental de dos grupos con sólo post-test.

Para analizar su equivalencia inicial se consideraron dos variables: una, el rendimiento académico proporcionado por las calificaciones en la asignatura correlativa anterior, Análisis Matemático B y la otra, los contenidos previos de los alumnos en Estadística, dado por haber cursado anteriormente (ser recursante) o no, la asignatura.

La distribución de cada grupo no resultó normal, por lo que se aplicaron pruebas no paramétricas para comparar su rendimiento académico y sus conocimientos previos.

Los dos grupos resultaron equivalentes respecto del rendimiento académico al no considerar los alumnos con calificaciones superiores a 7 en cada grupo.

También resultaron homogéneos respecto de la variable recursante. Se decidió que el grupo experimental de 38 alumnos, fuera el turno mañana por razones de contaminación, ya que los alumnos del turno tarde reciben la clase en primer lugar y en ese grupo hay una mayor cantidad de alumnos con algún conocimiento previo de Estadística. Por lo que se decidió continuar en ese grupo con la enseñanza tradicional, quedando como grupo de control, el turno tarde con 30 alumnos.

Consecuentemente con lo expuesto anteriormente en la introducción, el problema de investigación está dado por la pregunta ¿Cómo contribuye en el rendimiento de los alumnos de Estadística Básica, la puesta en práctica de una metodología de enseñanza basada en proyectos de análisis de datos?

Para la respuesta al problema, se comienza con el planteo del objetivo general de este trabajo, que consiste en analizar los efectos de un aprendizaje de la Estadística basado en proyectos de análisis de datos sobre su rendimiento en Estadística.

Estos efectos serán analizados al comparar los resultados en el rendimiento académico encontrado en ambos grupos, y de esta forma, verificar la hipótesis de investigación: Una enseñanza basada en proyectos de análisis de datos, contribuye a mejorar el rendimiento en Estadística. Por lo que la metodología de la investigación tiene un carácter cuantitativo.

La variable independiente, es la "enseñanza de la Estadística basada en proyectos de análisis de datos", caracterizada en la introducción.

La variable dependiente es el "rendimiento académico en Estadística", medido por las respuestas al cuestionario de conocimientos estadísticos elementales de Konold y Garfield (1993, citado en Estrada Roca, 2002. p.365). El cuestionario original está compuesto de veinte problemas, en nuestra adaptación se eliminaron los referidos a conceptos de probabilidad e inferencia, quedando reducido a siete problemas. Las no respuestas se tomaron como respuestas incorrectas, es decir, se consideró que el alumno no responde cuando no sabe y se asigna a la categoría de respuestas incorrectas.

La puntuación numérica es obtenida a partir del total de las respuestas correctas en el cuestionario, el máximo es siete puntos y la información es complementada en cada problema, con pruebas de Chi-cuadrado, para comprobar si el rendimiento académico se relaciona con la metodología empleada.

Una vez analizadas y comparadas las respuestas en los diferentes problemas entre ambas metodologías, se presenta una evaluación global de los resultados en el total del cuestionario con el porcentaje total de respuestas correctas de los estudiantes. Incluso aunque en algunos problemas el porcentaje de respuestas correctas haya sido alto, el análisis de la puntuación global del cuestionario permite dar un índice de los conocimientos evaluados en su conjunto y de esta forma medir el rendimiento académico de los alumnos en Estadística. Para ello, se considera que 5 o más respuestas correctas de un total de 7, es un número aceptable para considerar un buen rendimiento académico, puesto que 5 corresponde a más del 70 % de respuestas correctas.

Se agrupan las respuestas en tablas de doble entrada, donde figuran, por filas, las respuestas correctas e incorrectas, y por columna, los grupos experimental y de control. Además se analizan los tipos de errores más frecuentes, contenidos en los distractores, que los alumnos cometen y que se considera que pueden disminuirse con

la metodología propuesta, ya que ésta tiende a la comprensión de los significados de cada uno de los objetos matemáticos que intervienen durante las clases.

Cuestionario implementado

Problema 1

Nueve estudiantes pesaron un objeto pequeño con un mismo instrumento en una clase de ciencias. Los pesos registrados por cada estudiante en gramos, se muestran a continuación: 6.2 ; 6.0 ; 6.0 ; 15.3 ; 6.1 ; 6.3 ; 6.23 ; 6.15 ; 6.2 .

Los estudiantes quieren determinar con la mayor precisión posible, el peso real del objeto. ¿Cuál de los siguientes métodos le recomendarías usar?

- a) Usar el número más común, que es 6.2.
- b) Usar 6.15, puesto que es el peso más preciso.
- c) Sumar los 9 números y dividir la suma por 9.
- d) Desechar el valor 15.3, sumar los otros 8 números y dividir por 8.

En este problema se pide a los estudiantes la mejor estimación del verdadero valor del peso de un objeto, a partir de una serie de medidas de dicho objeto.

En el caso general, la mejor estimación viene dada por la media aritmética, pero el alumno debe considerar la presencia de un valor atípico (15.3) que es necesario descartar antes de calcular la media aritmética, puesto que este valor afectaría notablemente el promedio, introduciendo un error en la estimación. La respuesta correcta es la d.

Los distractores evalúan la confusión entre las propiedades de media y moda, considerando mejor la moda en un contexto donde no se dan las condiciones para aplicarla. La idea intuitiva de precisión como número de cifras decimales con la confusión de precisión para una mejor estimación. El problema discrimina entre el simple conocimiento algorítmico que es el cálculo del promedio y la comprensión relacional del concepto.

Problema 2

En un frasco de un medicamento hay impreso el siguiente mensaje: ADVERTENCIA: al aplicarlo en superficies cutáneas hay un 15 % de posibilidades de que se produzca una erupción. Si aparece una erupción, consulte a su médico. ¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación de esta advertencia?

- a) No usar el medicamento sobre la piel. Hay bastantes posibilidades de que se produzca una erupción.

- b) En aplicaciones sobre la piel, usar sólo el 15 % de la dosis recomendada.
- c) Si aparece una erupción, probablemente sólo afecte al 15 % de la piel.
- d) Aproximadamente 15 de cada 100 personas que usan las medicinas, reaccionan con una erupción.
- e) Hay pocas posibilidades de tener una erupción usando esta medicina.

El Problema mide la relación entre la probabilidad de un experimento aleatorio y su frecuencia relativa. La respuesta correcta es la d, puesto que la muestra de 100 experimentos es suficientemente amplia.

Problema 3

El Centro Meteorológico de Andalucía quiso evaluar las predicciones de su meteorólogo. Buscaron en sus archivos aquellos días en que el meteorólogo había informado un 70 % de posibilidades de lluvias. Compararon estas predicciones con los registros que indicaban si llovió o no en esos días en particular. La predicción del 70% de posibilidades de lluvia puede considerarse muy precisa, si llovió:

- a) Entre el 95% y el 100% de esos días. b) Entre el 85% y el 94% de esos días.
- c) Entre el 75% y el 84% de esos días. d) Entre el 65% y el 74% de esos días.
- e) Entre el 55% y el 64% de esos días.

La respuesta correcta es la d) porque el valor real siempre oscilará por encima y por debajo del valor teórico.

Problema 4

Una profesora quiere cambiar la ubicación de sus alumnos en clase, con la esperanza de que ello incremente el número de preguntas que hacen. En primer lugar, decide ver cuántas preguntas hacen los estudiantes con la colocación actual. El registro del número de preguntas hechas por sus 8 estudiantes durante la clase, se muestra a continuación.

Inicial alumno A.A. R.F. A.G. J.G. C.K. N.K. J.L. A.W.
Nro de preguntas 0 5 3 22 3 2 1 2

La profesora quiere resumir estos datos, calculando el número típico de preguntas hechas ese día. ¿Cuál de los siguientes métodos le recomendarías que usara?

- a) Usar el número más común, que es el 2.
- b) Sumar los 8 números y dividir por 8.
- c) Descartar el 22, sumar los otros 7 números y dividir por 7.
- d) Descartar el 0, sumar los otros 7 números y dividir por 7.

En este Problema se pide un valor que resuma los datos con la inclusión del valor atípico. La distribución tiene mucha variabilidad. La respuesta correcta es la b).

Problema 5

Cuarenta estudiantes universitarios participaron en un estudio sobre el efecto del sueño sobre las puntuaciones en los exámenes. Veinte de los estudiantes estuvieron voluntariamente despiertos estudiando toda la noche anterior al examen. (Grupo que no durmió). Los otros 20 estudiantes, (el grupo de control) se acostaron a las 11 horas, la noche anterior al examen. Las puntuaciones en el examen se muestran en los gráficos siguientes. Cada punto representa la puntuación de un estudiante particular. Por ejemplo, los dos puntos encima del número 80 en el gráfico inferior, (grupo que durmió) indican que dos estudiantes en el grupo control tuvieron una puntuación de 80 en el examen.

Luego de observar los dos gráficos, elige entre las seis posibles conclusiones que se listan a continuación, aquella con la que estés más de acuerdo.

- a) El grupo que no durmió lo hizo mejor porque ninguno de estos estudiantes puntuó por debajo de 40 y la máxima puntuación fue obtenida por un estudiante de ese grupo.
- b) El grupo que no durmió lo hizo mejor porque su promedio parece ser un poco más alto que el promedio del grupo control.
- c) No hay diferencia entre los dos grupos, porque hay un solapamiento considerable en las puntuaciones de los dos grupos.
- d) No hay diferencia entre los dos grupos, porque la diferencia entre sus promedios es pequeña, comparada con la cantidad de variación de sus puntuaciones.
- e) El grupo control lo hizo mejor porque hubo en ese grupo más estudiantes que puntuaron 80 o por encima.
- f) El grupo control lo hizo mejor, porque su promedio parece ser un poco mayor que el promedio del grupo que no durmió.

Se estudia la capacidad de estimar un valor central

(promedio) a partir de la representación gráfica, para comparar dos distribuciones de frecuencias. (puntuaciones en un examen), una de ellas con un valor atípico.

Según los términos de Curcio (1989, citado en Batanero 2001, p.80), la interpretación del gráfico corresponde al nivel de “leer más allá de los datos”, porque exige la lectura directa de los mismos, su comparación, la estimación de los promedios que no están representados y la obtención de conclusiones. La comparación de los dos grupos debe considerar, además de la media, la dispersión de los datos. La respuesta correcta es la f).

Problema 6

El comité escolar de una pequeña ciudad quiso determinar el número promedio de niños por familia en su ciudad. Dividieron el número total de niños de la ciudad por 50, que es el número total de familias. ¿Cuál de las siguientes frases debe ser cierta si el número promedio de niños por familia es 2.2?

- a) La mitad de las familias de la ciudad tienen más de dos niños.
- b) En la ciudad hay más familias con tres niños que con 2 niños.
- c) Hay un total de 110 niños en la ciudad.
- d) Hay 2.2 niños por adulto en la ciudad.
- e) El número más común de niños en una familia es 2.

A partir de la media de la variable “número de niños por familia”, en un pueblo y conocido el número de familias, se presentan cinco afirmaciones sobre los estadísticos de la distribución, cuya forma no se especifica. Por la experiencia se sabe que la variable es asimétrica y está acotada inferiormente por cero.

Este problema evalúa la relación entre media, mediana y moda en distribuciones simétricas y asimétricas. En las simétricas, media, mediana y moda coinciden. La solución correcta es la c) y requiere recordar y comprender la fórmula de la media y operar con los datos proporcionados.

Problema 7

Los García quieren comprar un coche nuevo y han limitado su elección a un Ford o a un Chevrolet. Consultaron una revista “Información al consumidor” que comparaba las tasas de reparaciones de 400 coches de cada marca y mostraron menos problemas mecánicos con el Ford que con el Chevrolet, mientras que su amigo les contó todos los problemas que tuvo con su Ford. ¿Qué coche les recomendarías que compraran?

- a) Yo les recomendaría que comprasen el Chevrolet, principalmente por todos los problemas que su amigo tuvo con el Ford. Puesto que ellos no han oído historias tan horribles sobre el Chevrolet, deberían decidirse por éste.
- b) Les recomendaría que comprasen el Ford, a pesar de la mala experiencia de su amigo. Éste es sólo un caso, mientras que la información mostrada en “Información al Consumidor” está basada en muchos casos. Y de acuerdo con estos datos, es menos probable que el Ford requiera reparaciones.
- c) Yo les diría que no importa el coche que compren. Incluso aunque pudiese ser menos probable que una marca requiera menos reparaciones que otra, ellos todavía podrían, sólo por azar, cargar con un coche que necesitase un montón de reparaciones. Por tanto, podrían también decidirse según el resultado de lanzar una moneda.

Este Problema es el análisis de una situación de la vida cotidiana donde la información viene dada por datos estadísticos. Se requiere comprensión de la estimación obtenida a partir de una muestra y el efecto del tamaño del muestreo sobre la confiabilidad. Extraer información relevante a partir de un informe comercial.

La respuesta correcta es la b) porque la información basada en muchos casos es mejor que la de un solo caso.

Resultados del cuestionario

Resultados de una enseñanza de la estadística basada en proyectos de análisis de datos a través de la variable rendimiento académico en estadística

De acuerdo a los resultados obtenidos en la

prueba de Chi-Cuadrado con esta consideración, el Rendimiento Académico en Estadística es mayor en el grupo de estudio o experimental que en el grupo de control. Estos resultados se muestran en las tablas siguientes. La Tabla 2 muestra la variable rendimiento académico en Estadística por grupo, codificada en rendimiento no aceptable (en el caso de obtener menos de 5 respuestas correctas) y rendimiento aceptable (para el caso de 5 o más respuestas correctas).

Tabla 2. Rendimiento Académico en Estadística en los grupos experimental y de control.

Rendimiento Académico en Estadística	Grupo Experimental		Grupo de Control		Totales
	Frecuencia	% por grupo	Frecuencia	% por grupo	
Menos de cinco respuestas correctas	9	23,7%	16	53,3%	25
Cinco ó más respuestas correctas	29	76,3%	14	46,7%	43
Total	38	100 %	30	100 %	68

$\chi^2_{(1)} = 5,625$ ($p = 0,022$) Existe diferencia significativa en cada uno de los grupos.

Se puede afirmar entonces, que el Rendimiento Académico en Estadística con cinco o más respuestas correctas, es mayor en el grupo experimental que en el grupo de control.

Validez y confiabilidad del cuestionario

El cuestionario original fue traducido al español para ser aplicado en España, nosotros lo adaptamos cambiando alguna palabra del lenguaje que pudiera obstaculizar la comprensión de las consignas. Los contenidos fueron analizados por colegas.

Las preguntas fueron contestadas por la totalidad de los entrevistados que no tuvieron dificultades en sus respuestas y son pertinentes con el objetivo de

Tabla 1. Porcentaje de respuestas correctas e incorrectas en cada Problema.

Problema	Tipo de Respuestas	% Válido del grupo de estudio	% Válido del grupo de control	Chi-cuadrado $\chi^2_{(1)}$	p-valor y Diferencia Significativa con $\alpha=0,05$
1	Incorrectas	11	27	1,997	p= 0,079 NO
1	Correctas	89	73		
2	Incorrectas	26	13	1,025	p = 0,311 NO
2	Correctas	74	87		
3	Incorrectas	66	63	0	p = 0,517 NO
3	Correctas	34	37		
4	Incorrectas	55	44	0,537	p = 0,464 NO
4	Correctas	45	56		
5	Incorrectas	40	38	0	p = 1 NO
5	Correctas	60	62		
6	Incorrectas	10	53	12,807	p = 0,01 SI
6	Correctas	90	47		
7	Incorrectas	10	33	4,03	p = 0,0222 SI
7	Correctas	90	77		
Total		100(38)	100(30)		

este trabajo, puesto que cada una de ellas evalúa un aspecto del razonamiento estadístico que surge al implementar una enseñanza basada en proyectos de análisis de datos. Puede observarse en los problemas elegidos, que además de la aplicación de una fórmula, se requiere la interpretación de su significado en ese contexto, junto al estudio del comportamiento de los datos, en algunos casos con su distribución gráfica, su forma y variabilidad, asociados a valores que los representan. Estas características muestran al cuestionario como un instrumento válido y de dificultad adecuada para los estudiantes, con los contenidos estadísticos que corresponden a las unidades I y II del programa de Estadística Básica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata y con la consideración de los errores más frecuentes que se presentan en el aprendizaje de esos contenidos, explicitados en los distractores de cada pregunta.

Conclusiones

La propuesta didáctica se orientó hacia el aprendizaje de conceptos y representaciones, a su interpretación, a la ejercitación de las técnicas estadísticas y a la mejora en sus capacidades de argumentación, formulación de conjeturas y validación, competencias requeridas por el CONFEDI (2005-2007) para el futuro ingeniero.

La investigación realizada obtuvo información sobre el rendimiento académico en Estadística de los estudiantes de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, luego de aplicar una metodología de enseñanza basada en proyectos de análisis de datos. Los resultados mostraron un mejor rendimiento académico en los alumnos que aprendieron con esta metodología, que considera un aprendizaje significativo orientado a las competencias mencionadas.

La contribución en el rendimiento de los alumnos de la puesta en práctica de esta metodología se manifiesta en la aplicación del razonamiento estadístico implementado dado por la manipulación de los datos, el estudio de la variabilidad que producen y la búsqueda de patrones en ellos para su comprensión y predicción de nuevos casos. Conduce al logro de la competencia metodológica "aplicación del razonamiento estadístico" que resume las competencias vinculadas al área Estadística requeridas por el CONFEDI. Su aplicación marcó un mejor rendimiento de los alumnos en Estadística.

Por consiguiente, los efectos de una enseñanza basada en proyectos de análisis de datos se evidencian en una mejora en el rendimiento académico del grupo de alumnos de ingeniería que participaron de la propuesta a través de la aplicación del razonamiento estadístico, que conduce hacia el logro de estas competencias.

En la decisión de diseñar una metodología de enseñanza para el desarrollo de los contenidos estadísticos, los profesores dedicados a su enseñanza en las Facultades de Ingeniería, pueden utilizar esta propuesta desde varias aristas. Si bien se mantiene la estructura de la propuesta en cuanto a la metodología implementada y al desarrollo del razonamiento estadístico, se la puede recrear al seleccionar un problema vinculado a su interés, referido a su quehacer profesional futuro.

La idea es aplicar una enseñanza contextualizada y actualizada de la Estadística basada en competencias. Pudo comprobarse que en este tipo de clases se genera un ambiente enriquecedor para todos los involucrados, cuando los alumnos dan sentido y significado a su aprendizaje. De esta forma, los alumnos descubren actitudes positivas hacia la estadística al utilizarla en la resolución de problemas y vincularla con su profesión. Por otro lado, los profesores deben seleccionar e integrar contenidos en la elaboración de dichos proyectos, obliga a desarrollar su creatividad y estimular el aprendizaje de nuevos métodos de trabajo, lo que no deja de ser un desafío tanto para la elección del proyecto como para el planteo de nuevas formas de evaluación.

En un estudio para cada problema del cuestionario se contrastó la hipótesis si la metodología de enseñanza resultó igualmente efectiva para los grupos de control y experimental. Si bien esta hipótesis fue aceptada en los cinco primeros problemas, la diferencia fue significativa en los problemas seis y siete, donde se evidenció el efecto positivo de una enseñanza basada en proyectos de análisis de datos con el alto rendimiento académico obtenido con dichos problemas por el grupo experimental.

En el Problema 6 aparecen las dificultades de interpretación y de relación entre conceptos como la media y la moda, las distribuciones simétricas en los distractores, los valores que las representan y la detección de la variable de estudio en el contexto presentado. El razonamiento estadístico aplicado en la intervención hizo que los alumnos adquieran una mayor comprensión de las medidas de tendencia central y su relación entre ellas. La propuesta con proyectos de análisis de datos, desarrolla este tipo de razonamiento que incluye entre sus componentes principales, reconocer la necesidad de los datos, la percepción de la variabilidad que se transmite en ellos y el hallazgo de causas y aprendizaje del contexto. Se busca también caracterizar los patrones en los datos para comprenderlos, de esta forma se hace una integración con el contexto de dónde provienen.

También el problema 7, requiere de una muy buena comprensión en el análisis de una situación de la vida co-

tidiana donde la información viene dada por datos estadísticos. Se pretende además la comprensión del concepto de estimación proporcionado a partir de una muestra y el efecto del tamaño del muestreo sobre la confiabilidad. También el estudiante debe extraer información relevante a partir de un informe comercial.

Esta forma de interpretar la información a partir del tamaño de la muestra es un elemento básico en la profesión del ingeniero, donde puede diferenciar el resultado de un solo experimento aleatorio, frente a su probabilidad teórica estimada por una encuesta. Cuando el estudiante no puede establecer esta diferencia, es decir, no tiene una idea entre el tamaño de una muestra y el alcance de los resultados obtenidos, está cometiendo un error intuitivo que los psicólogos llaman la heurística de la representatividad, por la que se prescinde del tamaño de la muestra al juzgar la confiabilidad de sus resultados (Kahneman y Tversky 1989, citado en Serrano y cols, 1998). Batanero y otros (1998) clasifican este error o atajo cognitivo como “la insensibilidad al tamaño de la muestra”. La propuesta didáctica aplicada en esta investigación reduce este error intuitivo al obtener una diferencia significativa a favor del grupo de estudio en el porcentaje de respuestas correctas.

Por último, la selección de los contenidos involucrados en los proyectos, el análisis de su duración, la exclusión de otros contenidos para que cada proyecto sea desarrollado en todas sus etapas, presenta a la asignatura como una herramienta que contribuye al trabajo del ingeniero en la resolución de problemas relacionados con su profesión y en la toma de decisiones, destacando la interpretación y el significado de los resultados, es decir, enfatizando el razonamiento estadístico, aplicado durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se hace prevalecer este tipo de razonamiento sobre el cálculo rutinario y algorítmico de una Estadística teórica, vacía de sentido y significado que no puede seguirse presentando a los alumnos en estos tiempos, donde las competencias laborales orientan hacia los campos de aplicación profesional, y el reconocimiento de la Estadística como instrumento dentro del proceso de investigación, es clave para que el futuro ingeniero tenga la oportunidad de transferir lo aprendido al ejercicio de su profesión, en esta rama del conocimiento.

Bibliografía

APARICIO, Felipe (2000). Pautas para la mejora de la calidad en la enseñanza de estadística en inge-

niería de telecomunicación. *Relieve*. 6 (1). Consultado en http://www.uv.es/RELIEVE/v6n1/RELIEVEv6n1_2.htm, el 3 de marzo de 2013.

ARTEAGA, Pedro (2011). Evaluación de conocimientos sobre gráficos estadísticos y conocimientos didácticos de futuros profesores. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Directora: C. Batanero.

BATANERO, Carmen (2001). Didáctica de la Estadística. Grupo de Investigación en Educación Estadística. ISBN 84-699-4295-6. Granada.

BATANERO, Carmen y DÍAZ, Carmen (2005). El papel de los Proyectos en la Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística. I Congreso de Estadística e Investigación Operacional da Galiza e Norte de Portugal Guimarães, Portugal.

ESTRADA ROCA, Assumpta (2002). Análisis de las actitudes y conocimientos estadísticos elementales en la formación del profesorado. Tesis doctoral. Directores: Batanero y Fortuny. Universidad Autónoma de Barcelona.

GÓMEZ, Eduardo (2010) Actitudes de alumnos de posgrado hacia la estadística aplicada a la investigación. *Revista Encuentro*. 42 (85): 27-38.

MORANO, Daniel; MICHELOUD; Osvaldo y LOZECO Cristóbal (2006) Documento Preliminar Proyecto Estratégico De Reforma Curricular De Las Ingenierías 2005 – 2007 Consejo Federal de Decanos de Ingeniería XXXVII Reunión Plenaria.

MONTENEGRO, Silvina y TARRÉS, María (2006). Implementación de la enseñanza de fundamentos estadísticos para la construcción y análisis de datos biomédicos con participación activa de los estudiantes. *Revista Digital Universitaria*. 5(7) ISSN: 1067-6079. Consultado en http://www.revista.unam.mx/vol.7/num7/art57/jul_art57.pdf, el 3 de marzo de 2013.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (2000) Principles and Standards for School Mathematics. The Council Reston V.A.

SERRANO, Luis; BATANERO, Carmen; ORTÍZ, Jesús y CAÑIZARES, Jesús (1998). Heurísticas y sesgos en el razonamiento probabilístico de los estudiantes de secundaria. *Educación Matemática*, 10 (1):7-25.

WILD, C. y PFANNKUCH, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry (con discusión). *International Statistical Review*, 67(3): 223-265.

