

Ecuaciones No Lineales: Impacto de una Nueva Propuesta Metodológica en el Rendimiento Académico de los Estudiantes

Nicolás Llodra Schat, Mercedes S. Astiz, Silvia L. Vilanova y Perla A. Medina

Dto. de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3350, CP7600 - Argentina (E-mail:nicollodra@yahoo.com)

Recibido Nov. 15, 2010; Aceptado Nov. 26, 2010; Versión final recibida Dic. 15, 2010

Resumen

En este trabajo se presenta el análisis del rendimiento académico alcanzado por los alumnos en la asignatura Métodos Numéricos perteneciente al segundo cuatrimestre del segundo año de las carreras de Profesorado y Licenciatura en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata en Argentina. Se comparó el método tradicional de enseñanza con una nueva propuesta metodológica que favorece el aprendizaje constructivo y participativo, tendiente a la independencia cognoscitiva. Se comparó los resultados obtenidos por los alumnos que trabajaron con la nueva propuesta (13 alumnos) con los que continuaron con el dictado tradicional (11 alumnos). Se muestra que la nueva propuesta favorece el rendimiento académico en la asignatura.

Palabras clave: rendimiento académico, enseñanza, ecuaciones no lineales, métodos numéricos

Non-Linear Equations: Impact of a new Methodological Proposal on the Academic Yield of the Students

Abstract

The academic yield achieved by sophomore students of the course Numerical Method attended by students of education and bachelors of mathematics of the University of Mar del Plata in Argentina has been studied. The traditional teaching method was compared with a new methodology that promotes participation of students and that favors cognitive independence. The results obtained by students working with the traditional method (11 students) were compared with those of the students that used the new method (13 students). The work shows that the new proposal increases the academic yield in this particular course.

Keywords: academic yield, teaching, non-linear equations, numerical method

INTRODUCCIÓN

Ideas innovadoras para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en diversos cursos de la ciencia y de la ingeniería aparecen con cierta frecuencia en la literatura (Mills y Treagust, 2003; Prince y Felder; 2006). Varios autores usan metodologías modernas y proponen cambios en la forma de enseñar para mejorar el proceso y la eficiencia en el aprendizaje. Duran y Costaguta (2008) analizan una experiencia en un curso de simulación mientras que Sáez y Monsalve (2008) y Echazarreta y Haudemand (2009) proponen un aprendizaje efectivo mediante resolución de problemas. Conceptos de innovación educativa han sido usados por Andujar et al (2008) y por Reyes y Gálvez (2010), mientras que Martínez y Marin (2009) proponen crear ambientes educativos más motivadores.

La introducción al Análisis Numérico para las carreras de Matemática que se dictan en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) se realiza en la asignatura *Métodos Numéricos* y su aprendizaje presenta diversas dificultades que se han observado a lo largo del tiempo (Rodríguez, 2004). A partir de esta situación, se organizó el plan de trabajo de investigación "Análisis de los efectos de una nueva propuesta metodológica en el aprendizaje de Métodos Numéricos en alumnos de nivel universitario" (Llodra Schat, 2009). Dicho plan tuvo como objetivo diseñar una nueva propuesta metodológica de enseñanza y analizar sus efectos en la asimilación de los conocimientos de los alumnos. La nueva propuesta se diseñó a partir de la reformulación de los objetivos de los trabajos prácticos, la reorganización de los contenidos, la confección de un sistema de tareas que considera los niveles de asimilación de los alumnos, la incorporación de técnicas de trabajo grupal en el aula, la utilización de herramientas informáticas y el diseño de un nuevo sistema de evaluación. Debido a la relativa corta duración del proyecto (un año), se seleccionó un solo tema de la asignatura Métodos Numéricos: métodos de resolución de ecuaciones no lineales.

Se trabajó bajo la concepción de que para que el alumno alcance el nivel más alto de asimilación, la enseñanza debe ser estructurada de manera que se puedan asimilar consecuentemente las operaciones precedentes a cada nivel. En este contexto, se utilizaron técnicas y recursos que favorecieran un aprendizaje constructivo y participativo, tendiente a la independencia cognoscitiva. Se incluyó el uso de computadoras pues operan como facilitadoras para el aprendizaje en ambientes colaborativos e interactivos (De Corte, 1996; Koschmann, 1996). La evaluación, considerada como un proceso de formación integral, se orientó, no sólo al conocimiento adquirido, sino también a los procesos psicológicos involucrados. Así se atendió a la significación del aprendizaje logrado, al desarrollo de las relaciones humanas, de las actitudes, comportamientos y valores, al interés, la motivación, la participación y la formación integral del alumno (Celman, 2003; Litwin, 2003).

Se realizó un estudio de tipo descriptivo con un diseño cuasi-experimental. Como instrumentos para el desarrollo de la investigación se confeccionaron, una Guía de Trabajos Prácticos (Llodra Schat, 2010), un Cuestionario Opinión para los Alumnos, otro para Jueces y un Registro de Observación de Clases. Se seleccionó el asistente matemático y se programaron funciones a medida. Tanto el material didáctico como los cuestionarios fueron validados a través de la consulta a expertos. En el presente trabajo se analiza el rendimiento académico de los alumnos que trabajaron con la nueva propuesta, y se lo compara con los que continuaron con el dictado tradicional.

METODOLOGÍA

Para la realización de la investigación se planteó la siguiente hipótesis: La utilización de una Propuesta Metodológica basada en un Sistema de Tareas confeccionado sobre la base de las teorías de construcción del conocimiento, cuyas actividades se desarrollen con técnicas participativas y soporte informático favorecerá la asimilación de los conocimientos en el proceso de enseñanza aprendizaje en los trabajos prácticos de la asignatura Métodos Numéricos mejorando el rendimiento académico de los alumnos.

El tipo de investigación que se realizó fue descriptiva (Hernández Sampieri et al, 1993), ya que se intervino cambiando la propuesta metodológica del dictado del tema *ecuaciones no lineales* y se estudiaron los efectos que ésta produjo. Se utilizó un diseño cuasi-experimental (León y Montero, 1997) considerando que la asignación de alumnos al grupo experimental y control no fue posible efectuarla en forma aleatoria. Participaron en la experiencia 24 alumnos, conformando 13 alumnos el grupo experimental y 11 el grupo control.

Variable Independiente:

Nueva Propuesta Metodológica con las características descritas en párrafos anteriores.

Variabes Dependientes:

i) Calidad de la asimilación de los conocimientos que se definió conceptualmente como los logros obtenidos luego del proceso de aprendizaje medidos a través de los cambios que se operan en las dimensiones: Grado de Reflexión (Fundamenta sus resoluciones), Grado de Independencia (Resuelve correctamente y sin ayuda); y ii) Rendimiento Académico entendido como las calificaciones obtenidas por los alumnos en las instancias de evaluación relacionadas con el tema.

Para evaluar el rendimiento académico se consideraron las calificaciones de dos de las instancias de evaluación planteadas en la experiencia (Llodra Schat, 2010), ambas fueron de tipo “prueba escrita de desarrollo”:

Evaluación de Fin de Unidad:

consistió en la resolución de 4 problemas, propuestos en 4 incisos sobre el tema de la unidad, Ecuaciones no lineales, que involucraron la toma de decisiones sobre la elección del método numérico más conveniente para su resolución y la interpretación de los resultados obtenidos. Se realizó con lápiz, papel y computadoras, y de forma individual.

Examen Parcial:

es igual al anterior pero involucra la resolución de un problema de cada unidad temática que involucra. En particular el problema sobre Ecuaciones no lineales planteó la resolución de 4 cuestiones, propuestas en 4 incisos. Se toman dos en la asignatura por lo tanto cada uno involucra la mitad de las unidades.

RESULTADOS

El análisis del grupo control se realiza de dos formas diferentes. Se considera el grupo control tal como se conformó al comenzar la experiencia, es decir sobre un total de 11 alumnos (Control A) y considerando solo los asistentes a cada la evaluación (Control B). Los indicadores de la variable dependiente utilizados fueron:

B :si resuelve y fundamenta correctamente

B- :si resuelve y fundamenta correctamente pero tiene un detalle observable

R+ :si resuelve correctamente pero la fundamentación no es completa

R :si resuelve y fundamenta en forma incompleta

R- :si resuelve y/o fundamenta con algunos errores

M :si resuelve y/o fundamenta mal

S/R: no resuelve

Evaluación “Fin de Unidad”

Tal como se ha mencionado, en esta instancia se propuso la resolución de 4 problemas presentados en cuatro incisos. Asistieron a esta instancia de evaluación un total de 6 alumnos sobre los 11 que conformaron el grupo control, mientras que no se registró ninguna inasistencia en el grupo experimental. Se muestran a continuación los porcentajes de evaluaciones que obtuvieron los indicadores B, B- ó R+ en cada inciso. Se considera **Aprobada** una evaluación si obtuvo B, B- o R+ en al menos 3 incisos.

Tabla 1: Resultados Evaluación Fin de Unidad

Obtuvieron B, B- o R+ en:	Experimental	Control	
		A	B
los cuatro incisos	46,2%	9%	16,7%
en al menos 3 incisos	76,9,%	18,2%	33,3%
al menos 2 incisos	84,6%	36,4%	66,7%
al menos 1 inciso	100%	36,4%	66,7%

Como puede observarse en la tabla, el 76,9% de las evaluaciones del grupo experimental obtuvo la calificación necesaria para ser considerada aprobada. En el grupo control, el porcentaje está muy por debajo de lo deseable, aún cuando no se consideren en el total de alumnos los ausentes (Control B).

Examen Parcial

El segundo parcial consistió en la resolución de problemas sobre los Métodos Numéricos para la resolución de ecuaciones no lineales, sistemas de ecuaciones lineales, y ecuaciones diferenciales. En particular el referido a ecuaciones no lineales consistió en 4 cuestiones presentadas en 4 incisos. Asistieron a la evaluación un total de 7 alumnos sobre los 11 que conformaron el grupo control, mientras que nuevamente no se registraron inasistencias en el grupo experimental. En la Tabla 2 se muestra los porcentajes de evaluaciones que obtuvieron los indicadores B, B- ó R+ en cada inciso. De la misma manera que en la instancia anterior se considera *Aprobado* el tema ecuaciones no lineales si obtuvo B, B- o R+ en al menos 3 incisos que conformaban el problema propuesto para el tema.

Tabla 2: Resultados Ejercicio de Ecuaciones no lineales incluido en el segundo parcial

Obtuvieron B, B- o R+ en:	Experimental	Control	
		A	B
los cuatro incisos	38,5%	0%	0%
al menos 3 incisos	84,6%	9%	14,3
en al menos 2 incisos	84,6%	54,6%	85,7%
al menos 1 incisos	84,6%	63,6%	100%

Los resultados de la tabla muestran que el grupo experimental logró la calificación esperada en un alto porcentaje de evaluaciones, mientras que los porcentajes del grupo control fueron muy bajos, aún cuando se considere el Control B, es decir, sin considerar en el total los ausentes. Para finalizar el análisis se muestran en la Tabla 3 los porcentajes de evaluaciones parciales aprobadas. Para considerar aprobado el parcial se tuvieron en cuenta los parámetros considerados anteriormente. Nuevamente los resultados obtenidos por el grupo experimental son muy superiores a los obtenidos por el grupo control.

Aunque el número de alumnos en ambos grupos, experimental y de control, no es numeroso y de que el estudio no haya sido replicado, la conclusión general expuesta es considerada válida y acorde con otros resultados encontrados en la literatura.

Tabla 3: Resultados Examen Parcial donde estaba incluido el ejercicio de ecuaciones no lineales

	Experimental	Control	
		A	B
Aprobados	84,6%	27,3%	42,9%
Desaprobados	15,4%	72,7%	57,1%

Nuevamente los resultados obtenidos por el grupo experimental son muy superiores a los obtenidos por el grupo control.

La revisión de la literatura de investigación relacionada con el tema muestra los resultados obtenidos a través de la puesta a prueba de variadas ideas y propuestas innovadoras para la enseñanza de las ciencias en cursos universitarios. Algunas de ellas (Reyes, 2010) señalan el impacto de la utilización de técnicas vinculadas con el aprendizaje cooperativo en la capacidad de trabajar en equipo, en el desarrollo de las habilidades de comunicación, de análisis y síntesis y en el aumento de la motivación de los alumnos; otros autores han observado, a partir de propuestas basadas en la resolución de problemas (Sáez et al, 2008; Echazarreta et al, 2009) o de experiencias de enseñanza adaptadas al estilo de aprendizaje de los estudiantes (Durán et al, 2008), el desarrollo de la capacidad de reflexión, la mejora general del proceso de aprendizaje y el desarrollo de habilidades cognitivas y de competencias profesionales.

En línea con estas investigaciones, los resultados obtenidos a partir de la experiencia que se describe aquí, muestran una mejora en el rendimiento académico de los alumnos. Los datos provenientes del grupo experimental obtenidos a partir de la "evaluación de fin de unidad" y del "examen parcial" - instrumentos diseñados para evaluar la variable rendimiento académico - muestran resultados significativamente superiores a los del grupo control, lo que pone en evidencia que la nueva propuesta metodológica ha favorecido el rendimiento de los alumnos en pocas sesiones de trabajo.

Si bien falta terminar de procesar los resultados en la otra variable dependiente (calidad de la asimilación de los conocimientos) para poder confirmar o rechazar la hipótesis planteada, los obtenidos en el rendimiento académico son alentadores en cuanto al aporte al proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura métodos numéricos, que puede significar la nueva propuesta metodológica basada en un sistema de tareas confeccionado sobre la base de las teorías de construcción del conocimiento, cuyas actividades se desarrollen con técnicas participativas y soporte.

Sin duda diseñar y poner en marcha cambios en las metodologías de enseñanza no son tareas sencillas para los docentes, pero la opinión general posterior a la experiencia, tanto de los docentes como de los alumnos, obtenidas en sesiones especiales de trabajo destinadas a evaluar la experiencia, muestra que la experiencia ha sido muy positiva. Sin embargo es necesario reconocer, como contrapartida, que estas innovaciones metodológicas requieren de una mayor dedicación del profesor a la tarea docente y de un mayor compromiso del alumno con su aprendizaje, tal como lo señala Reyes (2010).

CONCLUSIONES

La "evaluación de fin de unidad" y el "examen parcial", instrumentos diseñados para evaluar la variable rendimiento académico, arrojaron excelentes resultados a favor del grupo experimental.

La nueva propuesta metodológica ha favorecido el rendimiento académico en la asignatura, dado que ha logrado que el grupo experimental, en pocas sesiones de trabajo, logre resultados significativamente superiores respecto al grupo control.

REFERENCIAS

- Andujar, J.M., C. García, M.J. Redondo y J. Aroba, *Innovación Educativa en la Enseñanza de la Electrónica*, 1(4), 29-34 (2008).
- Celman, S. *¿Es posible mejorar la evaluación y transformarla en herramienta de conocimiento?*. En Camilloni, A y otros, *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*, Piados, Argentina, 35-66 (2003).
- De Corte, E, *Aprendizaje Apoyado en el Computador: una Perspectiva a Partir de la Investigación acerca del Aprendizaje y la Instrucción*. Memorias III Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, 40-49, Barranquilla, Colombia, 8 al 11 de julio (1996).
- Durán, E.B. y R.N. Costaguta, *Experiencia de Enseñanza Adaptada al Estilo de Aprendizaje de los Estudiantes en un Curso de Simulación*, Form. Univ. 1(1), 19-28 (2008).
- Echazarreta, D.R. y R.E. Haudemand, *Resolución de Problemas Integradores en la Enseñanza de la Física para Estudiantes de Ingeniería Civil*. Form. Univ. 2(6) 31-38 (2009).
- Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; Baptista Lucio, P. *Metodología de la Investigación*, McGraw-Hill, México, 57-74 (1993).
- Koschmann, T., Kelson, A. Feltovich, P., Barrows, H. *Computer-supported problem-based learning: A principled approach to the use of computers in collaborative learning*. En T. Koschmann (Ed.), *CSSL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm*, Lawrence Erlbaum Ass, Mahwah, N.J., 83-124 (1996).
- León O. y Montero, I. *Diseño de investigaciones*, 2ª. edición, McGraw-Hill, Madrid, 263-298 (1997).
- Llodra Schat, N.; Astiz, M.; Vilanova, S.; Medina, P., *Una nueva propuesta metodológica en el aprendizaje de Métodos Numéricos para alumnos de nivel universitario*. Actas XXXII Reunión de Educación Matemática, 9-10, UMA, Mar del Plata, Argentina, 21 al 26 de septiembre (2009).
- Llodra Schat, N.; Astiz, M.; Vilanova, S.; Medina, P., *Una guía de trabajos prácticos para el aprendizaje de ecuaciones no lineales*. Actas de III Reunión Pampeana de Educación Matemática, 241-252, Santa Rosa, Argentina, 18 al 20 de agosto (2010).
- Llodra Schat, N.; Astiz, M.; Vilanova, S.; Medina, P, *Evaluación en el aprendizaje de Ecuaciones No Lineales*, Actas de IX Conferencia Argentina de Educación Matemática (SOAREM), 8-10, Villa María, Argentina, 7 al 9 de octubre (2010).
- Litwin, E., *La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevos lugar para la buena enseñanza*, en Camilloni, A. y otros, *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*, Piados, Argentina, 11-33 (2003).
- Martínez, M. y J.A. Marin, *Como Medir y Guiar Cambios hacia Entornos Educativos más Motivadores*, Form. Univ. 2(4) 3-14 (2009).
- Mills, J. y D. Treagust; *Engineering Education - Is Problem-Based or Project-Based Learning the Answer?* Australasian Journal of Engineering Education, ISSN 1324-5821 (en línea), 2003(04), http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf.
- Prince, M. J. y R. Felder; *Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons and Research Bases*. Journal of Engineering Education 95(2) (2006).
- Reyes, E y J.C. Gálvez, *Experiencias Docentes en Innovación Educativa como mejora de una Enseñanza Tradicional de los Materiales de Construcción*. Form. Univ. 3(4), 13-24 (2010).
- Rodríguez Vázquez, R., *Una perspectiva didáctica en la iteración de funciones y el punto fijo*. *Investigación en educación matemática*, Memorias VIII Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (S.E.I.E.M.), 297-307, Coruña, España, 9 al 11 de setiembre (2004).
- Sáez, P.D. y C.E. Monsalve, *Aprendizaje Basado en Resolución de Problemas en Ingeniería Informática*, Form. Univ. 1(2), 3-8 (2008).