

VALORACIÓN DEL IMPACTO DE LOS SOFTWARE MATEMÁTICOS EN EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA BÁSICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA

Patricia C6, M6nica del Sastre, Erica Panella, Ana Sadagorsky
Facultad de Ciencias Exactas, Ingenieria y Agrimensura. U.N.R.
co@fceia.unr.edu.ar,delsas@fceia.unr.edu.ar,panella@fceia.unr.edu.ar;sadagors@fceia.unr.edu.ar

Argentina

Resumen. - En el presente trabajo se muestran los resultados parciales de una encuesta realizada a los docentes de Matemática de las carreras de Ingeniería que se dictan en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la U.N.R, en el marco de un proyecto de investigación sobre la utilización de la herramienta computacional como herramienta cognitiva. En la encuesta se indagó acerca de la valoración que los profesores hacen del impacto de los software matemáticos en el aprendizaje y la enseñanza, con el fin de analizar la relación existente entre su implementación en las clases, la disposición de tecnología y la capacitación tecnológica docentes.

Palabras clave: - software matemático, valoración, herramienta cognitiva.

Abstract. - In this work we show the partial results of a survey of Mathematic's professors in engineering careers that are taught in the School of Exact Sciences, Engineering and Measuring of the UNR, as part of a research project about the use of computational tools as cognitive tools. In the survey, professors are asked about their assessment of the impact of mathematical software in teaching and learning, in order to analyze the relationship between its implementation in the classroom, the provision of technology and teacher's technological training.

Key words: - mathematical software, assessment, cognitive tool.

Introducción

Si bien las TICs modifican esencialmente los entornos de enseñanza y de aprendizaje, sigue siendo un tema de permanente discusión la forma de llevar a cabo su adecuada integración al aula para transformarlas en instrumentos cognitivos (Jonannsen, 1995). Coincidimos con Litwin (2005) en que la mayor dificultad no radica en el uso de una nueva herramienta sino en concebir un proyecto en el cual tenga sentido la utilización de la misma y, a partir de él, los nuevos recursos tecnológicos puedan potenciar la propuesta educativa o enmarcarla.

Las Normas UNESCO sobre Competencias en TICs para docentes describe las mismas clasificándolas en ciertos módulos. En el documento se explicita que:

Los docentes que muestren poseer competencias en el marco del enfoque de *creación de conocimientos* podrán: concebir recursos y entornos de aprendizaje basados en las TIC; utilizar las TIC para apoyar el desarrollo de la creación de conocimientos y del espíritu crítico de los estudiantes; apoyar el aprendizaje permanente y reflexivo de éstos. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2008, p.22)

Particularmente, ya se ha reflexionado mucho en torno al papel que pueden desempeñar los software matemáticos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Su incorporación está cambiando la manera en que docentes y estudiantes conciben las actividades matemáticas y desarrollan investigaciones en torno a distintos temas de la disciplina. Su gran potencialidad gráfica y de procesamiento, así como su cada vez más accesible y dinámica interfaz, constituyen características de gran relevancia en relación con los sistemas de representación y las representaciones semióticas que resultan de vital importancia para que los alumnos conciban la construcción del conocimiento matemático.

Existen experiencias (Gomes Allevato, 2007; Eisnberg, 2007; Olivero y Robutti, 2007; Torregosa y Quesada, 2007) en las que se concluye que una adecuada incorporación de las herramientas computacionales como recurso didáctico facilita el aprendizaje de la Matemática.

Desde el año 1995, en el marco de los proyectos radicados en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería, y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario: “Enseñanza de la Matemática con Herramienta Computacional” y “La Ingeniería Didáctica en el diseño y seguimiento de unidades curriculares”, ambos dirigidos por la Dra. Mercedes Anido, se han desarrollado y publicado numerosas investigaciones sobre la utilización de la herramienta computacional como herramienta cognitiva (Anido, 1998, 1999; Anido y Rubio Scola, 1999; Anido, Có y Guzmán, 1999; Có, del Sastre y Panella, 2004; Anido, Có, del Sastre y Panella, 2008).

Tales investigaciones pueden considerarse un antecedente en las líneas de estudio que se abren en el proyecto actual: “El rol de las representaciones en el aprendizaje de la Matemática básica en carreras donde su carácter se considera instrumental”, entre cuyos objetivos se encuentran:

- Diseñar, experimentar, evaluar, modificar y reproducir actividades de enseñanza con utilización de software matemáticos como herramienta cognitiva.
- Diseñar y validar instrumentos que permitan conocer la opinión de alumnos y docentes en cuanto a la motivación, facilitación y utilidad del trabajo interactivo con la computadora.

Este proyecto implica por su naturaleza, concepción y desarrollo, una intencionalidad didáctica y una reflexión sobre la propia práctica docente.

No se puede dejar de mencionar que también implica la formación de docentes en la utilización de la herramienta informática como herramienta cognitiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto conlleva a una preparación no sólo en el uso de software

específicos sino también en la planificación de actividades y en la elaboración de materiales didácticos pertinentes.

En el año 2004 la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) al informar los resultados de la evaluación de algunas de las carreras que se dictan en la Facultad, resaltó que:

En el área de Matemática no se trabaja sistemáticamente con software específico según se analizó en la reunión con docentes del área respectiva, y la razón que se menciona es la falta de infraestructura. Por último, dada la envergadura y el nivel de equipamiento de los laboratorios del bloque de ciencias básicas se ha puesto de manifiesto en reuniones con los docentes respectivos la necesidad de disponer de un sistema de mantenimiento y desarrollo de nuevas prácticas, lo que no aparece en los planes de mejora y por lo tanto se puntualiza como recomendación. (Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, 2005, p.24)

Atendiendo a este requerimiento se impulsó, desde la Dirección del Departamento de Matemática, la realización de talleres de capacitación, cursos de perfeccionamiento y jornadas de divulgación de experiencias, que contaron con el apoyo y la participación masivos. Su principal intención fue la actualización de los docentes en el manejo de distintos software y en el diseño de nuevas propuestas didácticas, en un espacio en donde siempre se privilegió el trabajo en equipo. Además, y como a partir del año 2009 se dispone de un laboratorio de Informática de uso exclusivo para este Departamento, se exhortó a aplicar en forma sistemática todas aquellas propuestas que oportunamente fueron generadas por los docentes.

Sin embargo, al observar su poca implementación en las clases, nos preguntamos: ¿es esto resultado de una actitud o valoración desfavorable hacia su instrumentación?

Para dar respuesta a estas cuestiones y conforme con los objetivos de nuestro proyecto, se llevó a cabo una encuesta realizada a los profesores de Matemática del ciclo básico de nuestra facultad. En este trabajo se presentan los resultados parciales de la misma.

Cuestionario

El instrumento básico de la observación por encuesta es el cuestionario, que no es otra cosa que un conjunto de preguntas, cuidadosamente preparado, sobre los hechos y aspectos que interesan en una investigación para su contestación por la población o la muestra a que se extiende el estudio emprendido. El cuestionario cumple la función de enlace entre los objetivos de la investigación y la realidad de la población observada. Por ello, las condiciones

fundamentales que debe reunir, dependen de la investigación y de la población. Se pueden sintetizar, por una parte, en traducir los objetivos de la investigación en preguntas concretas sobre dicha realidad y, por otra parte, en ser capaz de suscitar en los encuestados respuestas sinceras y claras a cada pregunta, que puedan después ser tratadas científicamente, es decir clasificadas y analizadas. (Sierra Bravo, 1996).

El cuestionario confeccionado para llevar a cabo la encuesta a la que nos referimos en este trabajo consta de 8 ítems y puede ser tipificado como mixto de acuerdo a las respuestas que se solicita, ya que plantea preguntas de ítem cerrado y abierto. Las primeras deben contestarse por sí o por no, y las segundas brindan un espacio libre para comentarios, que se interpretan como “síntomas” de la valoración hecha por los docentes. En ese sentido se realiza una categorización con respecto a sus sentimientos y actitudes.

El criterio que guió su construcción está sustentado en la búsqueda de opinión de los docentes interrogados en cuanto a la confirmación de la pregunta de investigación de la que derivan las siguientes variables:

Valoración del impacto de los software matemáticos en relación:

- a la capacitación que recibió en su formación docente.
- al aprendizaje de los estudiantes.
- a la práctica profesional en la enseñanza.

Comentarios e interpretación de los resultados

El 59 % de los profesores que integran el Departamento de Matemática de la Escuela de Ciencias Básicas (Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario) completaron el cuestionario, muestra representativa de una población total de 75.

De sus respuestas se desprende la valoración que hacen *del impacto de los software matemáticos en el aprendizaje y la enseñanza de la matemática básica*:

- *En relación a la formación del docente*

El 70% de los encuestados manifiesta haber recibido capacitación formal en el manejo de algún software, mayormente cursos de perfeccionamiento y actualización en Maple, Mathematica y Cabri. Sólo 2 de ellos expresan haber obtenido la capacitación en su formación de grado.

Los docentes que se consideran capacitados para el uso de un software matemático representan el 75%, y de ellos el 79% lo utiliza efectivamente en situaciones tales como la preparación de clases y exámenes, la verificación de resultados, el análisis de situaciones problemáticas, la visualización gráfica y trabajos de investigación.

- *En relación al aprendizaje de los estudiantes*

La mayoría de los docentes concuerda en que la utilización de un software matemático como recurso didáctico favorece en el alumno el desarrollo de conductas hacia un aprendizaje autogestionado (83%), posibilita que se alcancen nuevas destrezas y nuevos resultados en el aprendizaje (86%) y permite que los alumnos alcancen sus objetivos de aprendizaje con mayor facilidad y/o rapidez (69%).

- *En relación a la práctica docente*

Casi la totalidad de los encuestados (93%) manifiesta estar de acuerdo con la utilización de algún software matemático como una herramienta didáctica más. Al preguntarles el por qué, algunos de ellos responden:

Es útil para corroborar resultados

Desarrolla capacidades cognitivas

Permite acelerar las prácticas supervisadas por el profesor

Motiva a los alumnos a indagar sobre otros temas conceptuales

Facilita la visualización de los problemas

Facilita la visualización de los resultados obtenidos teóricamente

Porque la computadora forma parte de la vida cotidiana de los alumnos

Favorece a la visualización de ciertos conceptos matemáticos, también ayuda a construir conceptos a partir de la manipulación por parte del alumno

Porque en los libros actuales se incluyen aplicaciones de distintos software

Sin embargo merece destacarse que estas respuestas, en muchos casos (41%), aparecen acompañadas de “peros”:

...hay que desarrollar muchos contenidos en poco tiempo, con lo cual una actividad que sumaría en un sentido restaría en otro

...como herramienta extra clase

...primero deben aprenderse todos los conceptos teóricos para no mecanizarse

...será útil siempre que el docente esté convencido de que realmente es un recurso didáctico importante

No se puede negar el rol de las tecnologías, pero hay que evaluar y ponderar prioridades

...no como sustitutivo de la función docente

...se deben modificar las prácticas, además no se debe sustituir el lápiz y el papel

...con mucho cuidado: no debe perderse de vista la metodología de cálculo

...con el control del docente

...faltan computadoras para cada alumno y aulas

...debe ser supervisado muy bien por el profesor

Además:

- el 64% de los profesores reconoce no utilizar software matemático en la preparación y/o desarrollo de sus clases y los argumentos son los siguientes:

Porque me falta destreza en el manejo del software

Extensión de los programas a desarrollar

Falta de tiempo

Falta de infraestructura

El nivel de los alumnos ingresantes

No es imprescindible

Porque no lo tengo instalado en casa

Por requerir tiempo y esfuerzo adicional

El software que conozco no se adapta al desarrollo de clases

No tengo computadora en mi casa

Porque elegimos lo conocido y tenemos miedo y pereza hacia los nuevos conocimientos

- el 36% restante declara utilizar algún software matemático para la verificación de resultados, la resolución de problemas y/o desarrollo de las clases.

Conclusiones

La evolución que ha experimentado el software matemático, especialmente en la última década, nos sitúa ante un nuevo sujeto que aprende y nos ofrece nuevas formas de enseñar,

aprender y hacer Matemática. No obstante creemos que aún no se ha mostrado plenamente en el campo de la enseñanza de esta disciplina.

Los resultados de este trabajo de investigación demuestran que los profesores valoran positivamente el impacto de los software matemáticos en el aprendizaje y la enseñanza de Matemática, por lo que han atendido a su capacitación en la materia.

Creemos que sería necesario modificar nuestras concepciones docentes para introducir exitosamente la tecnología en la enseñanza de la Matemática. Dado que algunos usos de esta tecnología no encajan muy bien en el currículo tradicional, los profesores deberíamos involucrarnos en una experiencia innovadora como parte de un equipo, para su rediseño. No obstante consideramos que es la Institución quien tiene la responsabilidad de avalar e impulsar dicho replanteamiento curricular.

Referencias bibliográficas

- Anido, M. (1998). Un proyecto sobre el uso de herramientas C.A.S. en el aprendizaje de la matemática básica. *Memorias de las 3º Jornadas de investigación en la F.C.E. y E. U.N.R.*, 20-22. Argentina: UNR Editora.
- Anido, M. y Rubio Scola, H. (1999). Un Programa sobre el Uso de Herramientas C.A.S. en el Aprendizaje de la Matemática Básica en las Universidades Nacionales de la Provincia de Santa Fe. *Lecturas Matemáticas*, 21(1).
- Anido, M. (1999). El Mejoramiento de la Enseñanza de la Matemática a partir del uso de Herramientas Computacionales. *Revista INFOMECA*, 4(7), 20 - 23.
- Anido, M., Có, P. y Guzmán, M. (1999). La Enseñanza de la Geometría en el Nivel Universitario con Herramienta Maple. *Revista IRICE*, 13, 155-168.
- Anido, M., Có, P., del Sastre, M. y Panella, E. (2008). Una trayectoria Didáctica para la Enseñanza de la Geometría Analítica en un Laboratorio de Informática. Análisis de su Idoneidad. *Memorias de la VII Conferencia Argentina de Educación Matemática.*, 249-257. Argentina: Sociedad Argentina de Educación Matemática.
- Có, P., del Sastre, M. y Panella, E. (2004). La comprensión de conceptos geométricos. Obstáculos surgidos en el trabajo con diferentes representaciones. *Mathema*, 1, 95-104.
- Coll, C., Mauri, T Onurubia, J. (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación sociocultural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10 (1). Recuperado el 09 de diciembre de 2009 de <http://redie.uabc.mx/vol10no1/contenido-coll2.html>.

- Eisnberg, M. (2007). Mathematical String Sculptures: A case study in Computationally – Enhanced Mathematical Craft. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 12(2), 157-166.
- Gomes Allevalo, N. (2007). As Concepções dos alunos sobre resolução de problemas ao utilizarem computador no estudo de funções. *Revista Paradigma*, 28(1), 131- 156.
- Gros, B. (2000). *El ordenador invisible. Hacia la apropiación del ordenador en la enseñanza*. Barcelona: Gedisa.
- Hernández Zampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Jonanssen, D. (1995). Computers as Cognitive Tools. Learning with Technology. Not from Technology. *Journal of Computing in Higher Education*, 6, 40-73.
- Litwin, E. (2005). *La tecnología educativa en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria.(2005). *Resolución n°: 386/05*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 20 de septiembre de 2010 de <http://www.coneau.edu.ar/archivos/resoluciones/Res386-05E804-458.pdf>
- Olivero, F. y Robutti, O. (2007). Measuring in Dynamic Geometry. Environments as Tool for Conjecturing and Proving. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 12(2), 135-156.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2008). *Normas UNESCO sobre Competencias en TIC para Docentes*. Recuperado el 03 de marzo de 2010 de http://www.portaleducativo.hn/pdf/Normas_UNESCO_sobre_Competicencias_en_TIC_para_Docentes.pdf
- Sierra Bravo, R. (1996). *Tesis Doctorales y Trabajos de Investigación Científica*. Madrid: Paraninfo
- Torregosa, G. y Quesada, H. (2007). Coordinación de procesos cognitivos en Geometría. *Revista Latinoamericana de investigación en Matemática Educativa*. 10(2), 275-300.
- Universidad Nacional de Rosario (2007). Proyecto académico ING202: *El rol de las representaciones en el aprendizaje de la matemática básica en carreras donde su carácter se considera instrumental*. (2007-2010). Argentina.