

Resolviendo Numéricamente Ecuaciones Diferenciales Ordinarias: Diseño de un Software Educativo

Ascheri M. E., Pizarro R., Astudillo G., García P., Culla M. E., Pauletti C.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de la Pampa

Avda. Uruguay 151 - Santa Rosa - La Pampa - 02954-425166

mavacheri@gmail.com rubenpizarro71@gmail.com

RESUMEN

En el marco del curso Cálculo Numérico que se dicta para varias carreras de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam, se está trabajando en un proyecto de investigación sobre la elaboración de un software educativo para la resolución numérica y gráfica de integrales y de ecuaciones diferenciales ordinarias, usando herramientas gratuitas existentes en la Web. Este software se ha desarrollado en diferentes etapas, permitiendo en la actualidad resolver temas relacionados con ecuaciones no lineales, interpolación, ajuste de curvas, integrales y ecuaciones diferenciales.

Los objetivos que se pretenden alcanzar son:

1. Generar el contexto educativo adecuado a los contenidos a desarrollar y a los objetivos propuestos en la asignatura.
2. Proporcionar una herramienta tecnológica para afianzar los conceptos teóricos y la aplicación de los métodos numéricos a través de la visualización gráfica del funcionamiento de los mismos.
3. Poner a disposición de los estudiantes una herramienta de acceso libre y disponible en la Web.

En este año, se finalizará con el proyecto obteniendo como resultado del mismo la posibilidad de disponer de una versión final del mencionado software y analizar cómo su utilización influye en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de los temas desarrollados.

Palabras clave: software educativo, integración numérica, ecuaciones diferenciales ordinarias.

CONTEXTO

Este Proyecto de Investigación, está acreditado y financiado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa. Surge como continuidad de otros proyectos ya finalizados relativos a la elaboración de un software educativo para la resolución de temas de cálculo numérico.

Está relacionado con otros proyectos del Departamento de Matemática del cual este grupo de investigación es parte, en los que se abordan contenidos relacionados a la matemática, su enseñanza y la inclusión de tecnologías en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

La experiencia obtenida a partir de la

estrategia metodológica empleada en un Proyecto de Investigación anterior (Ascheri *et al.*, 2008, 2009, 2010, 2011), motiva a que se continúe con el desarrollo de software educativo que incluya otras temáticas de Cálculo Numérico para lograr una integración curricular y complementar los resultados obtenidos hasta el momento. Esta herramienta tiene como funcionalidad pretendida, guiar el aprendizaje como soporte del proceso de enseñanza. Actualmente, se ha finalizado con la etapa que se refiere a la elaboración del software educativo que contemple el tema resolución numérica y gráfica de integrales (Ascheri, *et al.*, 2014 y 2015). Dicho software se encuentra disponible en el sitio <http://secanu.exactas.unlpam.edu.ar/>

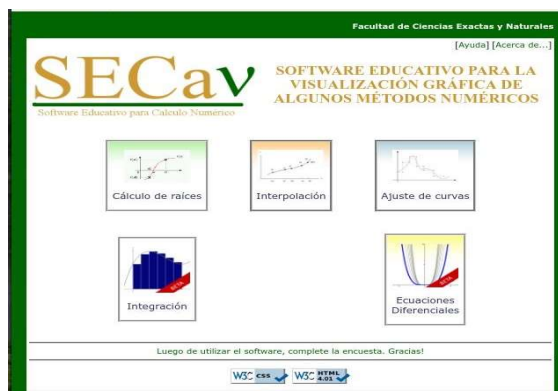


Figura 1: Software educativo de elaboración propia

Se ha comenzado a trabajar en el desarrollo del software que permita la resolución numérica y gráfica de ecuaciones diferenciales ordinarias. Dicho contenido está incluido en el curso de Cálculo Numérico que se dicta para las carreras de Profesorado en Matemática (3° Año), Licenciatura en Física (3° Año) e Ingeniería Civil (2° Año) de nuestra Facultad.

Según Alemán de Sánchez (1999), es importante que el software contemple no solamente las prácticas, sino que proporcione al estudiante ayuda en la solución de los problemas y brinde una

retroinformación completa, sin limitarse a indicar que se ha cometido un error, sino brindando información acerca del tipo de error. Este y otros aspectos serán considerados e implementados en los diversos ejemplos que se desarrollaran en el software.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN.

Las líneas de investigación que se abordan con el presente proyecto son las siguientes:

- Enseñanza de matemática, visualización gráfica de diferentes métodos numéricos.
- Inclusión de tecnologías en el proceso de enseñanza y de aprendizaje

3. RESULTADOS Y OBJETIVOS

Se ha desarrollado y puesto a punto el software educativo correspondiente a la *resolución numérica y gráfica de integrales*. Se propone ahora el logro del siguiente objetivo:

- ✓ Desarrollar el software educativo diseñando las etapas necesarias para lograr el producto, para la *resolución numérica y gráfica de ecuaciones diferenciales ordinarias*.

Para ello, se han planificado las siguientes tareas:

1. Hacer una búsqueda y análisis preliminar de elementos existentes en el campo de la Ingeniería de Software y en el de las Ciencias de la Educación.
2. Utilizar estos elementos, incorporándoles aspectos educativos relativos a la temática involucrada.
3. Experimentar y hacer un análisis y validación de este software.
4. Actualizar, de acuerdo a los resultados obtenidos, la aplicación web de la

asignatura "Cálculo Numérico" dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam.

Para obtener los datos que permitirán realizar un análisis y validación de esta segunda fase del software educativo elaborado y obtener conclusiones, se utilizarán principalmente la observación, las encuestas y los resultados obtenidos por los estudiantes en las diferentes evaluaciones parciales y finales. Estos resultados constituirán el aporte de una metodología de investigación cuantitativa.

Se desarrollará una estrategia de triangulación que permitirá la coexistencia de la investigación cuantitativa y de la cualitativa (Erickson, 1999). Esta estrategia definida como la combinación de metodologías para el estudio de un mismo fenómeno, considera a los métodos cuantitativos y cualitativos como campos complementarios. Por medio de esta combinación de metodologías, se espera encontrar, con la misma metodología, posibles falencias o detectar contradicciones que no se puedan identificar por algunas de las herramientas (observación, encuestas, datos y demás) en forma aislada. En muchos casos, son necesarios ambos tipos de datos (cualitativos y cuantitativos), para una mutua verificación y de forma suplementaria (Vasilachis de Gialdino, 2006).

Un software educativo debe poner énfasis en lograr aprendizajes significativos, brindando posibilidades de vincular los nuevos conceptos con los que se tienen adquiridos y estableciendo relaciones no arbitrarias entre ellos. Debe tener en cuenta los objetivos de las unidades, además de los contenidos y sus relaciones. Así como complementarse con las herramientas existentes para facilitar la comprensión de las temáticas involucradas. También, lograr

un incremento de la motivación y facilitar el desarrollo de las destrezas. Asimismo, se lo debe incluir en actividades de evaluación, tanto para el estudiante como para el docente.

Para la elaboración de esta parte del software educativo se utilizarán distintas técnicas, tales como el uso de gráficas por computadoras y animación interactiva para ilustrar y presentar procesos y algoritmos (Alemán de Sánchez, 1999; Cataldi, 1999; Di Battista *et al.*, 1999; Galvis Panqueva, 1992; Marquès, 1996; Price *et al.*, 1998; Rivera Porto, 1997, entre otros).

La visualización de la conducta dinámica de los algoritmos presenta importantes beneficios educativos:

- Logran un incremento de la motivación.
- Facilitan el desarrollo de destrezas.
- Asisten en el desarrollo de habilidades analíticas.
- Ofrecen un buen soporte al docente.
- Permiten la exploración de las peculiaridades de un algoritmo, explorando de forma interactiva.

Las herramientas informáticas y las técnicas numéricas que usaremos son, respectivamente, la computadora y los métodos numéricos clásicos de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias (Ascheri y Pizarro, 2007; Chapra y Canale, 2007; Gerald y Wheatley, 2000; Mathews y Fink, 2000; Nakamura, 1997), tales como los métodos de Taylor, Euler, Heun, Runge-Kutta, pasos múltiples, entre otros.

El software diseñado brinda la posibilidad que durante el desarrollo del curso de Cálculo Numérico los docentes y estudiantes puedan en sus clases teóricas y prácticas visualizar el comportamiento de los distintos métodos mencionados y probar diferentes ejemplos con diversos conjunto de valores iniciales, haciendo variar el comportamiento del método (simulación).

El estudiante podrá, fuera del horario de clases, experimentar las diferentes alternativas del software ya que el mismo se encuentra disponible en línea. Debemos considerar que el mencionado software además se puede utilizar en la evaluación, lo que permite desarrollar, proponer y concretar evaluaciones que de otra forma no se podrían implementar. Incluyendo, así, la aplicación en los distintos procesos de la enseñanza y del aprendizaje.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Se espera continuar con un grupo de trabajo considerando:

- La motivación de los integrantes a participar de jornadas y eventos científicos.
- La contribución al desarrollo de capacidades y habilidades intelectuales en jóvenes estudiantes que participen o se relacionen con el Proyecto.
- La posibilidad de interesar a otros docentes y estudiantes en participar en actividades de investigación.

A partir de la presentación de los resultados de proyectos relacionados con el actual se han adquirido compromisos tendientes a realizar intercambios de las producciones que surjan, logrando así ampliar la población a la que estará dirigida la implementación del software educativo y que no se restrinja sólo a la cátedra de Cálculo Numérico.

REFERENCIAS

Alemán de Sánchez, A. *La enseñanza de la matemática asistida por computadora.* (1999). En línea: <http://www.utp.ac.pa/articulos/enseñarmatemática.html>.

Ascheri, M. E.; Pizarro, R. *Libro de Texto para Estudiantes Universitarios: CÁLCULO NUMÉRICO.* EdUNLPam. (2007).

Software educativo para la resolución numérica y gráfica de temas de cálculo numérico. Ascheri M. E., Pizarro R. A., García P., Astudillo G. J., Culla M. E.. *Un software educativo con herramientas libres y acceso web para temas de cálculo numérico: primer prototipo.* Memorias de la II REPEM, La Pampa, Argentina. ISBN 978-950-863-103-9. (2008).

Ascheri M. E., Pizarro R. A., García P., Astudillo G. J., Culla M. E. *Software educativo para temas de cálculo numérico: primera etapa de evaluación.* Memorias XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, WICC 2009, San Juan, ISBN: 978-950-605-570-7. (2009)..

Ascheri, M. E., Pizarro, R. A., Astudillo, G. J., García, P., & Culla, M. E. *Software educativo para temas de cálculo numérico.* Memorias XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. ISBN: 978-950-34-0652-6. (2010).

Ascheri, M. E., Pizarro, R. A., Astudillo, G. J., García, P., & Culla, M. E. *Software educativo para temas de cálculo numérico.* Memorias XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. ISBN: 978-950-673-892-1. (2011).

Ascheri, M. E.; Pizarro, R. A.; Astudillo, G.; García, P.; Culla, M. E. *Avances en la Elaboración del Software Educativo para la Resolución Numérica y Gráfica de Integrales,* Memorias de la V REPEM, Vol. 5, ISSN N° 2362-5716, pp. 322-330. (2014).

Ascheri, M. E.; Pizarro, R. A.; Astudillo, G.; García, P.; Culla, M. E.; Pauletti, C., *Utilización de un software educativo para la resolución numérica y gráfica de integrales,* Memorias del XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, ISBN N° 978-987-633-134-0, pp. 1-5. (2015).

- Cataldi, Z.; Lage, F.; Pessacq, R.; García Martínez, R.** *Revisión de Marcos Teóricos Educativos para el Diseño y Uso de Programas Didácticos.* (1999). En línea: www.itba.edu.ar/capis/webcapis/RGMITBA/comunicacionesrgm/c-icie99-revisionde%20marcosteoriciseducativos.pdf
- Chapra, S.; Canale, R.** *Métodos Numéricos para Ingenieros.* Mc Graw Hill/Interamericana de España, S. A. U. (2007).
- Di Battista, P.; Eades, G.; Tamassia, R.; Tollis, I.** *Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs.* Prentice Hall. (1999).
- Erickson, F.** *Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza.* Paidós. (1999).
- Galvis Panqueva, A.** *Ingeniería de Software Educativo.* Ediciones Unidades (1992).
- Gerald, C. y Wheatley, P.** *Análisis Numérico con aplicaciones.* México: Pearson Educación. (2000).
- Marquès, P.** *El software educativo.* Universidad Autónoma de Barcelona. (1996). En línea: http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques_software
- Mathews, J.; Fink, K.** *Métodos Numéricos con MATLAB.* Prentice Hall. (2000).
- Nakamura, S.** *Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB.* México: Pearson Educación. (1997).
- Price, B.; Beacker, R.; Small, I.** *An Introduction to Software Visualization, Software Visualization.* MIT Press. (1998).
- Rivera Porto, E.,** *Aprendizaje Asistido por Computadora. Diseño y Realización.* (1997). En línea: <http://www.geocities.com/eriverap/libros/Aprend-comp/apen1.html>
- Vasilachis de Gialdino, I.** *Estrategias de Investigación Cualitativa.* Gedisa, S. A. (2006).