

DESARROLLO DE UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA VISUALIZACIÓN GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO DE ALGUNOS MÉTODOS NUMÉRICOS

María E. Ascheri, Rubén A. Pizarro, Pablo García, Gustavo J. Astudillo, María E. Culla

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa
Uruguay 151 - Santa Rosa - La Pampa - Tel. (02954) 425166

mavacheri@exactas.unlpam.edu.ar, ruben@exactas.unlpam.edu.ar, pablogarcia@exactas.unlpam.edu.ar,
astudillo@exactas.unlpam.edu.ar, eugeculla@hotmail.com

RESUMEN

En el presente Proyecto de Investigación, nos proponemos desarrollar un software educativo para la enseñanza y el aprendizaje de los temas “*Interpolación y Aproximación Polinomial y Ajuste de Curvas por Mínimos Cuadrados*”. Además, incluiremos en este software el que ya hemos elaborado para desarrollar el tema “*Resolución Numérica de Ecuaciones no lineales*”.

Se utilizarán herramientas libres en reemplazo del software comercial MATLAB usado en investigaciones anteriores. Para ello, en una primera instancia, se hará un relevamiento acerca de la disponibilidad de las mismas con el objetivo de encontrar las que resulten “más adecuadas” para el diseño de este nuevo software. Esto es, considerando especialmente aquellas herramientas que permitan disponer del software en línea con el objetivo de crear nuevos ambientes de aprendizaje para obtener el mayor rendimiento en términos educativos.

Este recurso pedagógico será utilizado, básicamente, 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), teniendo en cuenta que esta técnica también podrá aplicarse a otras disciplinas científicas.

El objetivo final que se pretende alcanzar con la elaboración de este software es el de disponer de un material didáctico que permita facilitar el proceso de enseñanza – aprendizaje de las temáticas involucradas en Cálculo Numérico. Disponer de un sistema amigable con el usuario ofrecerá un buen soporte al docente.

En nuestra opinión, la combinación de los elementos que provee la tecnología informática al ambiente educativo con los tradicionales es una buena alternativa. Un alumno que disponga de los contenidos temáticos desarrollados a través de las presentaciones usuales en combinación con el software, tendrá una mayor motivación y, por lo tanto, logrará una mejor asimilación de los contenidos curriculares involucrados.

INTRODUCCIÓN

La experiencia obtenida a partir de la estrategia metodológica empleada en un Proyecto de Investigación anterior, nos induce a que continuemos con el desarrollo del 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 apoyatura a la explicación del profesor. Se aplicará, fundamentalmente, para la enseñanza y el aprendizaje de los temas “*Interpolación y Aproximación Polinomial y Ajuste de Curvas por Mínimos Cuadrados*”, incluidos en Cálculo Numérico que se dicta para las carreras de Profesorado en Matemática (3° Año), Licenciatura en Física (3° Año) e Ingeniería Civil (2° Año). Este software contendrá también, al que hemos implementado para desarrollar el tema “*Resolución*

Númerica de Ecuaciones no Lineales” en el entorno de MATLAB (Borrelli y Nogueras, 2005; [16]). Una desventaja de este software es que al haber sido desarrollado con MATLAB, el acceso al mismo resulta complejo debido a sus costos. Por ello, en esta nueva etapa, hemos decidido usar software libre como Octave (Eaton, 2002; Borrelli y Nogueras, 2005) y PHP (Achour et al, 2003-2004), que nos permita desarrollar el software educativo de acuerdo a las necesidades de la cátedra de Cálculo Numérico.

Este Proyecto se enmarca en la línea de Informática Educativa teniendo en cuenta los lineamientos de las Ciencias de la Educación. De aquí que centramos nuestra atención en la influencia que tiene el uso de la tecnología informática en procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Según Rivera Porto (1997), el diseño de material de este tipo es más que un “software” y debe presentar ventajas respecto a otros medios instruccionales, y esto debe quedar muy claro al autor y a los sujetos del curso que de esta manera estarán más motivados a estudiar bajo esta modalidad que por aquella que sólo utiliza los medios tradicionales. Por ello es que nos proponemos desarrollar un nuevo software educativo en el que se le incorporarán herramientas que cubran diversos aspectos de la asignatura Cálculo Numérico, teniendo como base la experiencia recabada hasta el momento (Ascheri y Pizarro, 2006; Pizarro y Ascheri, 2007).

Esta asignatura está dirigida a alumnos de distinta procedencia y requiere que se muestren aplicaciones específicas de los temas que se desarrollan. Cada alumno tiene sus propias necesidades, motivaciones, deseos, aspiraciones, las cuales dependen de su estructura cognitiva y varían por medio del aprendizaje. La realización de ejercicios y prácticas es una de las modalidades más aplicadas en Matemática, debido a la naturaleza misma de la materia. Según Galvis Panqueva (1992), esta modalidad permite reforzar las etapas de aplicación y retroinformación utilizando la técnica de repetición. El uso de este software permitirá orientar las clases presenciales de los alumnos de forma tal que se impartan los contenidos haciendo especial hincapié en los aspectos más conceptuales y más difíciles de entender, y con un enfoque orientado hacia las aplicaciones.

El rol docente se verá afectado con su implementación. Con la inclusión de herramientas informáticas en nuestras clases, la actividad del docente cambiará del tradicional rol de informante a la del facilitador o guía (Cataldi et al, 1999).

Además, tenemos previsto que se pueda acceder y utilizar el futuro software por Internet, lo cual permitirá a docentes y alumnos disponer del mismo en el momento que lo crean conveniente o lo requieran para llevar a cabo sus actividades académicas.

DESCRIPCIÓN

El Análisis Numérico es una rama de las matemáticas aplicadas particularmente importante, puesto que surge debido al desarrollo de algoritmos numéricos diseñados para resolver problemas científicos y tecnológicos.

La preocupación frente a la dificultad en la comprensión de los contenidos temáticos de Cálculo Numérico, los escasos recursos informáticos que poseen los alumnos que se matriculan en él y el creciente cúmulo de conocimientos técnicos y científicos producidos en la actualidad, nos ha llevado a la búsqueda de nuevos recursos metodológicos. Nuestro desafío es enseñar los conceptos incluidos en el curso de Cálculo Numérico y preparar a los alumnos para que utilicen las técnicas de esta rama de las matemáticas aplicadas como una herramienta en su futuro desempeño profesional.

Es por ello que nuestro principal objetivo es poder continuar con el desarrollo del software educativo utilizando nuevas herramientas tecnológicas para la enseñanza - aprendizaje de los temas *“Interpolación y Aproximación Polinomial y Ajuste de Curvas por Mínimos Cuadrados”*. Este objetivo involucra la construcción de una herramienta educativa, promoviendo el protagonismo del sujeto y facilitando el trabajo que, para alumno y profesor, supone la tarea de formación. Si bien en esta instancia abordaremos los temas antes citados, el desarrollo de esta estrategia metodológica de elaboración propia tiene como meta final lograr una integración curricular de todos los contenidos

temáticos de Cálculo Numérico. Tal como ya lo hemos mencionado, en una etapa anterior hemos desarrollado el software correspondiente al tema “*Resolución Numérica de Ecuaciones no Lineales*” (Pizarro y Ascheri, 2007), el cual será incorporado al presente trabajo.

Nuestra hipótesis sostiene que la implementación de este software educativo elaborado con fines didácticos y pedagógicos, ayudaría al docente en su tarea de enseñar, y permitiría que los alumnos adquieran habilidad y destreza en el manejo de los métodos numéricos involucrados en estos temas. Con la utilización de este software educativo como apoyo a la docencia, se logrará un beneficio notorio tanto en el desenvolvimiento de las actividades específicas de la cátedra, como en el desarrollo de las actividades curriculares de los alumnos. El software pondrá al alcance del docente los medios que le permitirán generar prácticas educativas de calidad, no como respuesta tecnicista a los problemas que se plantean en el aula, sino como respuesta pedagógica. Además, se convertirá en una herramienta a la que se tendrá acceso por medio de la web y que será de apoyo para aquellos alumnos que necesiten un ámbito en el cual desarrollar ejercitación o ejemplos complementarios.

Debemos tener en claro que la tecnología educativa es un elemento importante para generar cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje, pero no constituye la solución de todos los problemas educativos. Además, la mejora de estos procesos no depende de la utilización de un software educativo, sino de su adecuada integración curricular, es decir, del entorno educativo diseñado por el profesor según sus expectativas docentes. En este sentido es importante pensar en poner la tecnología al servicio del mejor aprendizaje por parte de nuestros alumnos. Se buscará que este software educativo sea atractivo para que el alumno se sienta motivado a utilizarlo, y relevante porque encuentre contenidos que le interesan debido a que le son útiles. La resolución de problemas a través de este software hará que el alumno lleve a cabo un proceso investigativo que incluya la reflexión y el análisis.

A partir del uso de este software se espera alcanzar los siguientes logros:

Que el alumno:

- Afiance los conceptos teóricos y los procedimientos utilizados relativos a estos contenidos temáticos, adquiridos en el aula.
- Adquiera habilidad y destreza en el manejo de los métodos numéricos involucrados, a través de la visualización gráfica del funcionamiento de los mismos.
- Compruebe la eficiencia de los distintos métodos numéricos en la resolución de problemas que a menudo son imposibles de resolver analíticamente.
- Tenga la suficiente información para aprovechar satisfactoriamente una amplia variedad de problemas que se relacionan con la temática implicada, vinculados con otras disciplinas.
- Comprenda y valore la importancia de utilizar la computadora como una herramienta para la resolución de problemas vinculados con estas temáticas.
- Explore las peculiaridades de un algoritmo, probando interactivamente distintos ejemplos.
- Desarrolle habilidad y destreza en el procesamiento de información científica.

Así mismo, la aplicación de este software no sólo modificará el aprendizaje de nuestros alumnos sino que también afectará el rol docente y su desempeño en las clases.

METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el desarrollo del software educativo es la siguiente:

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 sobre las temáticas involucradas.
3. Desarrollar el software educativo, diseñando las etapas necesarias, para los temas:
 - a) *Resolución de ecuaciones no lineales*
 - b) *Interpolación y Aproximación Polinomial*

c) *Ajuste de Curvas por Mínimos Cuadrados*

4. Experimentar y hacer un análisis y validación de este software.
5. Actualizar, según los resultados obtenidos, el sitio web de la asignatura Cálculo Numérico de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam.

Utilizando esta metodología, se construirá una herramienta educativa que cubra diversos aspectos de la asignatura Cálculo Numérico de las carreras de Profesorado en Matemática, Licenciatura en Física e Ingeniería Civil, teniendo, además, en cuenta que esta herramienta pueda adaptarse a otras ramas del conocimiento científico.

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 desarrollaremos en nuestro software.

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 entre ellos.
- Tener en cuenta los objetivos de las unidades, además de los contenidos y sus relaciones.
- Mejorar las herramientas existentes para facilitar la comprensión de las temáticas involucradas. Lograr un incremento de la motivación y facilitar el desarrollo de las destrezas.
- Brindar mecanismos de evaluación, tanto para el alumno como para el docente.

Nuestra propuesta sugiere, entonces, el uso del modelo de aprendizaje significativo de Ausubel y Novak (1978) y de mapas conceptuales de Novak y Gowin (1988) y de Ontoria et al (1997).

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

- Logran un incremento de la motivación y el desarrollo de destrezas.
- Asisten en el desarrollo de habilidades analíticas.
- Ofrecen un buen soporte al docente. logros
- Permiten la exploración de las peculiaridades de un algoritmo, jugando interactivamente.

En la actualidad, distintos centros educativos emplean estos sistemas como apoyo de aprendizaje.

CONTRIBUCIÓN

Presentaremos bajo un claro enfoque explicativo, actividades propuestas en el ámbito de las ciencias experimentales para los alumnos de Cálculo Numérico de las carreras de Profesorado en Matemática, Licenciatura en Física e Ingeniería Civil, induciendo al uso de este software como una herramienta para que facilite su comprensión y resolución.

Abordaremos en forma integrada y didáctica cuestiones de Álgebra, Física, Ingeniería, modelizando aplicaciones científicas y tecnológicas presentadas con una amplia y variada cantidad de situaciones problemáticas. Las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías adaptadas a las necesidades educativas, nos permitirán disponer de material didáctico elaborado precisamente para su empleo.

Con este Proyecto esperamos, desde el punto de vista de la transferencia tecnológica:

- Brindar una metodología adecuada para la generación de herramientas educativas.
- Proporcionar un nuevo software educativo para la cátedra de Cálculo Numérico, para otras cátedras afines y para otros niveles educativos.

Y desde el punto de vista de formación de recursos humanos:

- Motivar a los integrantes a participar de jornadas y eventos científicos.
- Contribuir al desarrollo de capacidades y habilidades intelectuales en jóvenes estudiantes y graduados que participen o se relacionen con el Proyecto.
- Interesar a otros docentes y alumnos en participar en actividades de investigación.
- Formar un grupo de trabajo que continúe con esta línea de investigación.

PRODUCCIÓN

En el primer año de trabajo, cumpliendo con las etapas planificadas en el Proyecto de Investigación, se realizó un análisis y selección de las herramientas informáticas a utilizar para el desarrollo del software educativo. Como resultado del trabajo del equipo de investigación, surge el artículo “*Relevamiento de software en línea para la enseñanza-aprendizaje de métodos numéricos. Herramientas para su desarrollo*”, aceptado para su presentación y publicación en el V CIEMAC, Congreso desarrollado en Cartago, Costa Rica. Este artículo se encuentra disponible en: <http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/5toCIEMAC/Ponencias/Relevamientodesoftwareenlinea.pdf>
Determinados estos aspectos, las próximas actividades estarán dirigidas a adaptar el software existente a las características seleccionadas y a incorporar los nuevos temas al mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Achour, M., Betz, F., Dovgal, A., Lopes, N., Olson, P., Richter, G., Seguy, D. y Vrana, J. 2003-2004. *Manual de PHP*. Grupo de Documentación de PHP. En línea: <http://es.php.net/manual/es/>
- [2] Alemán de Sánchez, A. 1999. *La Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora*. En línea: <http://www.utp.ac.pa/articulos/ensenarmatematica.html>
- [3] Ascheri, M. E. y Pizarro, R. A. 2006. *Uso de tecnología en la enseñanza-aprendizaje de temas de Cálculo Numérico*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, Vol. 19, pp. 879-885. México. También disponible en línea: <http://www.clame.org.mx>
- [4] Pizarro, R. A. y Ascheri, M. E. 2007. *Diseño e implementación de un software educativo en Cálculo Numérico*. Memorias del II TE&ET, pp. 1-9. La Plata, Argentina.
- [5] Ausubel, D. P. y Novak, J. D. 1978. *Educational Psychology: “A Cognitive View”*. Holt, Rinerhart and Winston, New York.
- [6] Borrelli Nogueras, G. 2005. *Manual: Introducción Informal a MATLAB y Octave*. Caella, España. En línea: <http://torroja.dmt.upm.es/~guillem/matlab/index.html>
- [7] Cataldi, Z., Lage, F., Pessacq, R. y García Martínez, R. 1999. *Revisión de Marcos Teóricos Educativos para el Diseño y Uso de Programas Didácticos*. En línea: www.itba.edu.ar/capis/webcapis/RGMITBA/comunicacionesrgm/c-icie99-revisionde%20marcosteoriciseducativos.pdf
- [8] Chapra, S. y Canale, R. 2007. *Applied Numerical Methods with MATLAB*. 2ª Ed., Mc Graw - Hill / Interamericana de España, S. A. U., España.
- [9] Eaton, J. W. 2002. *GNU Octave Manual. A high-level Interactive Language for Numerical Computations*. Publisher: Network Theory Ltd., Free License: GNU General Public License, Edition 3 for Octave version 2.0.13.
- [10] Galvis Panqueva, A. 1992. *Ingeniería de Software Educativo*. Ediciones Uniandes, Colombia.
- [11] Mathews, J. y Fink, K. 2000. *Métodos Numéricos con MATLAB*. Prentice - Hall, España. (Versión en inglés, 1999: *Numerical Methods using MATLAB*. Prentice - Hall)
- [12] Nakamura, S. 1997. *Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB*. Pearson Educación, México. (Versión en inglés, 1996: *Numerical Analysis and Graphic Visualization with MATLAB*. Prentice Hall)
- [13] Novak, J. y Gowin, D. 1988. *Aprendiendo a Aprender*. Ed. Martínez Roca (Versión en inglés, 1984: *Learning how to Learn*. Cambridge University Press)
- [14] Ontoria, A., Ballesteros, A., Cuevas, C., Giraldo, L., Martín, I., Molina, A., Rodríguez, A. y Vellez, U. 1997. *Mapas Conceptuales: Una Técnica para Aprender*. Narcea.
- [15] Rivera Porto, E. 1997. *Aprendizaje Asistido por Computadora. Diseño y Realización*. En línea: <http://www.geocities.com/eriverap/libros/Aprend-comp/apen1.html>
- [16] The Math Works. 1993. *MATLAB, Building a Graphical User Interfase*. Math, Works. Espacio de intercambio: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/loadCategory>