

CARACTERÍSTICAS DE UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA TEMAS DE CÁLCULO NUMÉRICO: RESULTADOS Y AVANCES

María Eva Ascheri; Rubén Pizarro; Gustavo Astudillo; Pablo García
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de La Pampa
mavacheri@exactas.unlpam.edu.ar

Resumen

En el marco de actividades de investigación, estamos trabajando en el diseño y desarrollo de un software educativo que utilizamos como recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de algunos temas de Cálculo Numérico que se dicta para el Prof. en Matemática, Lic. en Física e Ing. Civil de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam. Pretendemos realizar un estudio de los resultados que surjan del uso de este software en dicha materia. Esperamos que esta herramienta guíe los aprendizajes funcionando como apoyo a la explicación del profesor y además, que se pueda acceder libremente a ella en un entorno Web.

Presentamos en este trabajo, las características del software diseñado para algunos temas de Cálculo Numérico y los resultados obtenidos en encuestas realizadas a los alumnos luego de haber utilizado el software.

Palabras clave: cálculo numérico, software educativo, enseñanza y aprendizaje.

1. Introducción

En la primera etapa de nuestras investigaciones, hicimos un análisis sobre los temas que pretendíamos que incluyera este software educativo. La tarea no fue simple debido a la diversidad de contenidos que abarca la currícula de Cálculo Numérico y la heterogeneidad del grupo de alumnos. No obstante ello, de nuestra experiencia lograda a partir del desarrollo de un Proyecto de Investigación anterior, de la búsqueda y análisis del material disponible en línea sobre las temáticas que se abordan en un curso de Cálculo Numérico y de la priorización de contenidos de más difícil comprensión, decidimos incluir los siguientes temas de Cálculo Numérico: “Resolución numérica de ecuaciones no lineales”, “Interpolación y aproximación polinomial” y “Ajuste de curvas”.

En una segunda etapa, buscamos en Internet herramientas computacionales disponibles, destinadas a la enseñanza y el aprendizaje de dichos temas. Comprobamos que no existen aplicaciones de acceso libre que aborden los temas con la intención de usarlas en el proceso de enseñanza y aprendizaje; se centran, básicamente, en el cálculo numérico de los problemas a resolver. Existen, en general, un gran número de sitios que ofrecen los algoritmos implementados en diversas páginas Web con applets o animaciones que aplican los métodos para funciones fijas, muestran el desarrollo de los métodos o, simplemente, arrojan los resultados de la aplicación de un método en particular.

En una tercera etapa, comenzamos con el diseño del software educativo teniendo como objetivo disponer de un material didáctico de acceso gratuito elaborado específicamente para intentar facilitar el proceso de enseñanza y de aprendizaje de los contenidos temáticos antes señalados. En esta etapa, elaboramos, probamos y realizamos los ajustes necesarios durante el desarrollo del curso de Cálculo Numérico (2008, 2009 y 2010), la parte correspondiente a los temas *Resolución Numérica de Ecuaciones no Lineales e Interpolación y Aproximación Polinomial* (Ascheri y cols., 2009).

En una cuarta etapa, comenzamos a trabajar en el diseño del software educativo la parte que se refiere al tema *Ajuste de curvas por mínimos cuadrados* a través de la visualización gráfica del comportamiento de los métodos numéricos correspondientes. Esta sección será puesta a prueba durante el segundo cuatrimestre del presente ciclo lectivo, además, claro está, de utilizar todo el software desarrollado hasta el momento.

2. Desarrollo

Consideraciones para la elaboración del software

Estamos desarrollando este software educativo íntegramente con software libre. Utilizamos PHP, HTML, CSS, la librería JGraph y GIMP para el diseño y edición de imágenes (en formato PNG).

El desafío que nos planteábamos no se centraba únicamente en desarrollar una aplicación Web. Además, debería ser un software educativo. Consideraremos software educativo a toda aplicación informática que se haya diseñado intencionalmente para impactar en el proceso de enseñanza y de aprendizaje, es decir, tomando la definición dada por Pere Marquès (1996, pp.2): *“programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje”*.

Teniendo esto como referencia, avanzamos en la selección de herramientas de libre acceso que nos permitieran hacer el desarrollo de un software libre. Esto es, *“el software libre es aquél que puede ser distribuido, modificado, copiado y usado; por lo tanto, debe venir acompañado del código fuente para hacer efectivas las libertades que lo caracterizan.”* (Culebro Juárez y cols., 2006). Las libertades, según la Free Software Foundation, son para:

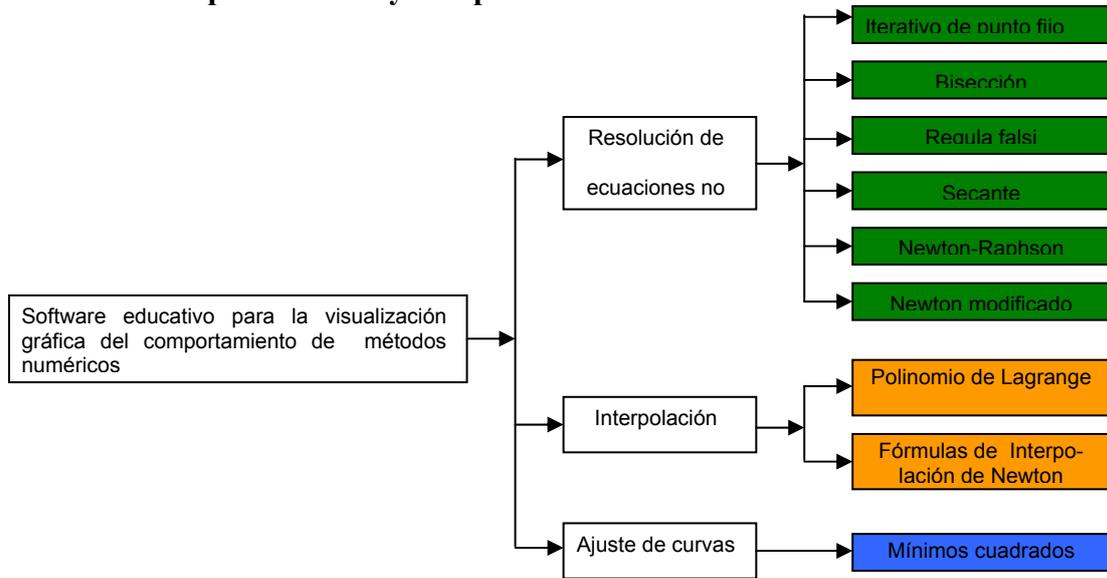
- ✓ ejecutar el programa sea cual sea nuestro propósito,
- ✓ estudiar el funcionamiento del programa y adaptarlo,
- ✓ redistribuir copias,
- ✓ mejorar el programa y luego publicarlo para el bien de toda la comunidad.

A finales del año 2008 y principios del 2009, comenzamos con la evaluación de la aplicación. Para esta primera etapa de la evaluación, utilizamos una técnica denominada *caminata cognitiva*. En ella, *“un grupo de expertos simula la manera en como un usuario caminaría por la interfaz al enfrentarse a tareas particulares.”* (Baeza Yates y Rivera Loaiza, 2002, pp.8). Esto nos permitió identificar un conjunto de fortalezas y debilidades en la aplicación de acuerdo al aprendizaje, al tratamiento del error y a la usabilidad.

Para evaluar la usabilidad, es decir, la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario en condiciones específicas de uso (Wikipedia, 2009), utilizamos las heurísticas adaptadas por Instone (1997) y citadas por Baeza Yates y Rivera Loaiza (2002)

El análisis desde el punto de vista de la usabilidad del software, nos dio como resultado un conjunto de recomendaciones que nos permitieron realizar varias mejoras al software (Ascheri y cols., 2009). Estas mejoras nos llevaron a realizar una mejor navegabilidad y a crear opciones más claras para facilitar la resolución de los ejercicios y la visualización de los resultados, a escribir una ayuda más apropiada y a realizar una visión global de los métodos en la asignatura e información de sus autores (Ascheri y cols., 2010).

Contenidos implementados y a implementar



Todos los métodos mencionados en el cuadro anterior se encuentran actualmente programados. Restan realizar los ajustes necesarios en las ayudas e interacción con el usuario. Se ha experimentado en el curso de Cálculo Numérico desarrollado en los años 2008 a 2010, los métodos que aparecen en los cuadros de color verde. Para el segundo cuatrimestre del presente año se implementarán los métodos restantes (interpolación polinomial y ajuste de curvas).

Qué nos ofrece el software

El sitio del software se accede en <http://online2.exactas.unlpam.edu.ar/numerico/>. Con las próximas figuras trataremos de hacer una rápida síntesis de los resultados que ofrece el software al ingresar a las distintas opciones. Así, en la *Figura 1*, vemos el primer menú que nos aparecerá al iniciar la navegación por el sitio:



Figura 1

Ingresando a la opción “Cálculo de raíces” aparece la ventana que nos permitirá elegir alguno de los seis métodos que implementamos para la resolución de ecuaciones no lineales: **Bisección, Iterativo de punto fijo, Secante, Regula Falsi, Newton- Raphson y De von Mises**

Al seleccionar, por ejemplo, el método de “**Newton-Raphson**” aparecerá una nueva ventana, como se muestra en la *Figura 2*, en la cual se ingresan los datos necesarios para poder implementarlo.



Figura 2

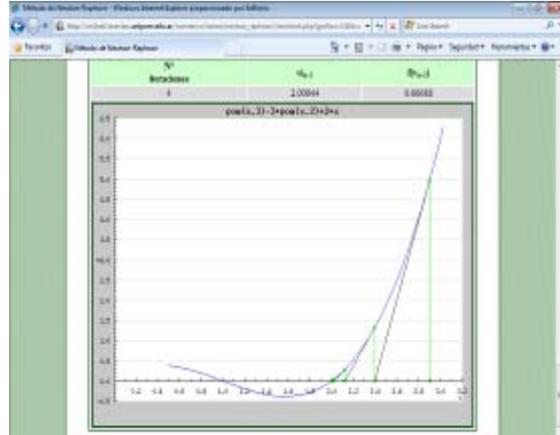


Figura 3

Al seleccionar la opción “**Aplicar el método**”, se obtienen sucesivas imágenes en las cuales se representa la gráfica de la función y las correspondientes aproximaciones a la raíz que se está buscando, obteniendo en este caso el gráfico de la *Figura 3*.

Finalmente, se mostrarán los datos numéricos relacionados con la resolución del problema propuesto, como se muestra en la *Figura 4*:



Figura 4

Si elegimos alguno de los otros métodos, el software responde de manera similar de acuerdo al problema a resolver.

Ahora bien, si en la *Figura 1* seleccionamos la opción “**Interpolación**”, aparecerá una nueva ventana que nos permitirá elegir uno de los métodos de interpolación incluidos en el software. Al elegir el método de “**Lagrange**”, obtendremos la siguiente pantalla (*Figura 5*):

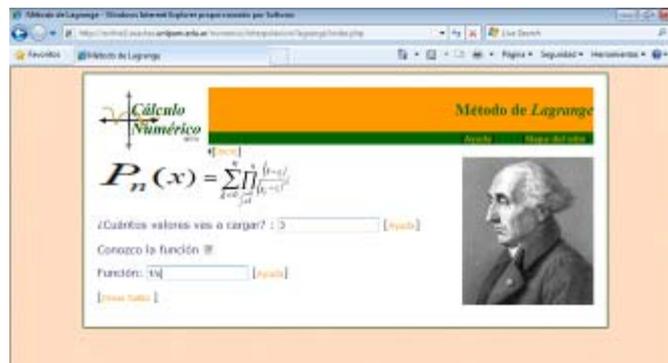


Figura 5

Podremos elegir la opción de interpolar aplicando la fórmula de Lagrange, conociendo o no la función. De esta forma, si seleccionamos la opción en la que conocemos la función e ingresamos la misma, los valores en la cual la queremos calcular y el valor a interpolar, obtendremos los resultados que se muestran en las Figuras 6 y 7:



Figura 6

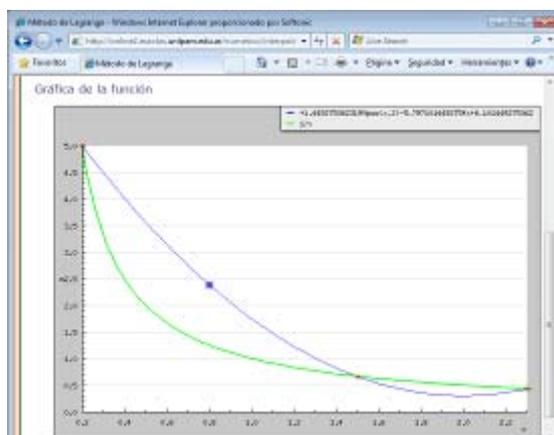


Figura 7

En la Figura 6, vemos los resultados numéricos que arroja el software, incluyendo el polinomio de interpolación obtenido. En la Figura 7, observamos la representación gráfica de la función conocida, del polinomio obtenido y del resultado del valor interpolado.

Por último, para realizar el ajuste de curvas por el método de mínimos cuadrados accedemos a la opción “**Ajuste de curvas**” (Figura 1). Luego de cargar la tabla de valores, el software graficará los puntos ingresados para que el usuario seleccione el tipo de ajuste que realizará (polinómico o exponencial), como se muestra en la Figura 8



Figura 8

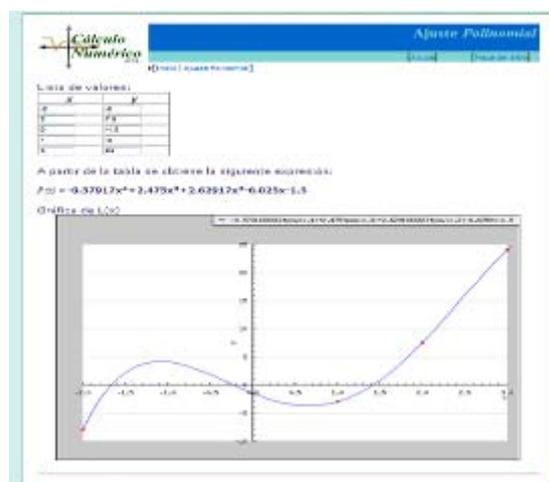


Figura 9

En la Figura 9 se ve el resultado luego de elegir, en este caso, el ajuste polinómico.

Para qué y cómo utilizamos el software

Las actividades desarrolladas en Cálculo Numérico requieren de la realización de muchos cálculos. Se estudian diferentes métodos numéricos para obtener soluciones

aproximadas a problemas que analíticamente no pueden resolverse o que resulta muy complejo poder hacerlo. Previo a la implementación del software educativo, durante el cursado de esta materia, los alumnos estudiaban los distintos métodos numéricos aplicando las diferentes fórmulas y elaboraban programas sencillos que resolvían numéricamente los problemas planteados. En todos los casos, advertimos, desde la cátedra, que la búsqueda de la solución esperada hacía que se perdiera de vista el funcionamiento de los métodos, su interpretación gráfica, las condiciones para su aplicación, el error cometido, entre otros. Esto nos motivó a que nos planteáramos diseñar un software educativo acorde a las necesidades y objetivos propuestos para el desarrollo Cálculo Numérico. Por ello, con este software educativo, esperamos lograr un mayor estudio de los aspectos gráficos de los diferentes métodos analizados.

Como vimos en las figuras anteriores es necesario considerar una serie de requerimientos para aplicar los métodos numéricos. Una vez que el usuario determine estos requerimientos, verá si la respuesta obtenida es adecuada o no, de acuerdo al problema que intenta resolver. Pretendemos así, que el alumno realice una revisión de los conceptos teóricos para confirmar por qué un método está funcionando o no, cuál de los métodos resulta más adecuado para resolver el problema en cuestión y hacer un análisis gráfico de cómo se obtienen los resultados.

Este software es utilizado en las clases teóricas y prácticas. En estas últimas, se resuelven ejercicios de los trabajos prácticos y de las evaluaciones parciales, mientras que para el desarrollo de la teoría, se utiliza el software para la interpretación geométrica de los métodos numéricos estudiados, para el planteo y desarrollo de nuevos ejemplos.

3. Resultados obtenidos

Transitando el cuarto año en el que utilizaremos el software en el curso de Cálculo Numérico, hemos obtenido información sobre el impacto del mismo en el desarrollo de las clases. Realizamos encuestas y registramos observaciones de clases, además de considerar los resultados obtenidos en las evaluaciones parciales.

Del análisis de las encuestas realizadas, podemos afirmar que los alumnos, en su gran mayoría, señalan:

- *“es muy positivo la inclusión del software en el desarrollo de las clases”*,
- *“el software me facilitó la comprensión de los diferentes métodos vistos”*,
- *“me resultó fácil comprender su funcionamiento”*,
- *“es muy importante poder acceder al mismo por medio de Internet, porque no tengo que instalar software adicional en mi computadora y además, lo puedo usar fuera de los horarios de cursado”*.

Las respuestas a las encuestas fueron muy positivas. Sin embargo, de las observaciones de las clases podemos señalar los siguientes aspectos:

- varios alumnos afirman *“...esto de las computadoras no es para mí...”*, al momento de tener que utilizarlas en sus actividades,
- la mayoría de los alumnos siguen utilizando la calculadora por sobre la computadora para la realización de cálculos,
- ante la posibilidad de realizar reiterados intentos con diferentes valores en el software, existe una tendencia a quedarse con el primer resultado obtenido, lo que dificulta la extracción de conclusiones.

Por lo que expresan los alumnos en las diferentes instancias, podemos ver que si bien conocen y acuerdan con la incorporación de TIC en sus actividades de estudio,

reconocen ciertas dificultades en el uso de las computadoras, en la mayoría de los casos, por no tener experiencias previas. Sólo la han utilizado en la realización de actividades complementarias u optativas. Esto coloca a las computadoras en un rol secundario y no como una herramienta de apoyo para el desarrollo de las actividades. Como integrantes de la cátedra de Cálculo Numérico y del grupo de investigación, podemos afirmar que trabajar en este software nos ha permitido incorporar herramientas de programación y contar en la actualidad con nuevas herramientas didácticas para el desarrollo de los contenidos temáticos.

4. Conclusiones

Del uso del software, podemos concluir que si bien ha sido positiva su implementación en el desarrollo de Cálculo Numérico, aún la utilización de las computadoras no es considerada por los alumnos como un proceso natural; siguen priorizando el uso de lápiz, papel y calculadora. Dado que esta materia se cursa en tercer año del Profesorado en Matemática, los alumnos han transcurrido al menos 15 años en un sistema educativo en el cual, en sus actividades, mantienen tareas netamente tradicionales. La mayoría de nuestros alumnos son futuros Profesores de Matemática de Nivel Medio, por lo cual sus experiencias con la inclusión de tecnologías en sus clases (como alumnos) deberían ser más frecuentes, pudiendo de esta forma aceptar y mejorar su manejo de la computadora y de diferentes software. Las políticas diseñadas para la inclusión de TIC (por ejemplo, Programa Conectar Igualdad), en nuestra opinión, implicará que los nuevos profesores estén ampliamente capacitados para poder utilizarlas. Con la concreción de experiencias como la del presente trabajo, tratamos de aportar a este objetivo.

Continuar con la elaboración del software educativo ampliando los contenidos a desarrollar, incorporándolo a otras asignaturas y analizando la metodología de trabajo, son seguramente líneas de trabajo que nos permitirán aproximarnos al logro de los cambios en Educación que se pretenden conseguir. Creemos necesario investigar cuál es el impacto del uso del software en el rendimiento académico de los alumnos, por lo que incluimos también este tema entre las futuras líneas de investigación.

5. Bibliografía

- Ascheri, M. E., Astudillo, G., García, P., Pizarro, R. y Culla, M. E. (2009). *Análisis de un software educativo para Cálculo Numérico*. (pp. 148-158). Memorias del VI CIEMAC. Cartago. Costa Rica. Disponible en <http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/>
- Ascheri, M. E., Astudillo, G., García, P., Pizarro, R. y Culla, M. E. (2010). *Elaboración de un software educativo usando herramientas gratuitas. Primeras evaluaciones*. (pp. 1-8). Memorias del V TE&ET. Argentina: RedUNCI.
- Baeza Yates, R. y Rivera Loaiza, C. (2002). *Ubicuidad y Usabilidad en la Web*. Recuperado enero de 2009, de <http://www.dcc.uchile.cl/~rbaeza/inf/usabilidad.html>
- Culebro Juárez, M., Gómez Herrera, W. y Torres Sánchez, S. (2006). *Software libre vs software propietario. Ventajas y desventajas*. México: (CC) Creative Commons. Recuperado marzo de 2009, de <http://www.softwarelibre.cl/drupal//files/32693.pdf>.
- Instone, K. (1997). *Site Usability Evaluation – Part. 1*. Recuperado el febrero de 2009, de <http://instone.org/siteeval>.
- Marqués, P. (1996). *El software educativo*. Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado enero de 2009, de http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques_software
- Wikipedia, La enciclopedia libre. (2009). Usabilidad. Recuperado el 28 de marzo de 2009, de <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Usabilidad&oldid=23617834>.