



SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE EXPERIMENTAL DE LAS MATEMÁTICAS

Eugenio Jacobo Hernández Valdelamar

jack_hv@yahoo.com

Fundación Arturo Rosenblueth

Tecnología Educativa Galileo

Insurgentes Sur 670-3. Colonia del Valle

México DF, México.

<http://www.galileo2.com.mx>

2005

Resumen. Este artículo presenta los principales conceptos, objetivos y características de la línea de productos de software educativo Galileo para la enseñanza-aprendizaje de matemáticas a nivel medio superior y superior.

Palabras clave: Software educativo, enseñanza de matemáticas con computadora, álgebra, geometría analítica, cálculo diferencial e integral.

1. Introducción

La enseñanza de las matemáticas no es fácil, y es por ello que diversas instituciones educativas y empresas se han avocado al desarrollo de productos de software en esta rama. El nivel de complejidad de estos productos va desde sencillas calculadoras, hasta ambientes integrados de visualización y construcción de modelos matemáticos, es decir, o los productos son tan sencillos que se consideran triviales, o son tan complejos que solo los matemáticos pueden aprovecharlos.

La motivación principal en el proyecto Galileo para realizar desarrollos en el área de matemáticas, es la de construir software para que los estudiantes puedan experimentar, aprender y hacer su tarea.

Este es el caso específico de los laboratorios Galileo, se cuenta con herramientas para la exploración de conceptos del álgebra, geometría analítica y cálculo diferencial e integral. El paradigma central de las herramientas es la visualización de conceptos en pro del desarrollo intuitivo y la comprensión de dichos conceptos, lo cual concuerda con los planteamientos de los siguientes autores [1]:

- Bishop, 1989. *El poder generar y manipular imágenes en la computadora estimula las habilidades de visualización mental e incluso la comprensión de ideas algebraicas. Se deben enfatizar las representaciones visuales en todos los aspectos de las matemáticas escolares.*
- Espinosa, 1996. *La visualización de conceptos es de suma importancia ya que contribuye de manera directa en la adquisición de conocimientos.*

En este trabajo se presentan estos laboratorios como una solución para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, totalmente desarrollada en México por la Fundación Arturo Rosenblueth.

2. Justificación

Tradicionalmente, las matemáticas han sido enseñadas y estudiadas mediante la aplicación de una serie de reglas, que el estudiante debe aplicar sistemáticamente sobre símbolos matemáticos, sin entender la mayoría de las veces lo que hace, ni porque lo hace o para que lo hace. Cuando al final su resultado es incorrecto, el no sabe en qué, cómo y por qué se equivocó, generándole un sentimiento de fracaso y frustración.

La enseñanza moderna de las matemáticas, plantea un aprendizaje experimental, en el que el desarrollo de la intuición del estudiante para entender las características de los conceptos que analiza y mantener una visión general del problema, constituyen los objetivos centrales de ese aprendizaje.

Para lograr este objetivo, resulta fundamental la visualización gráfica de los conceptos que se pretenden utilizar o analizar, así como de los procesos de transformación a los que dichos conceptos son sometidos.

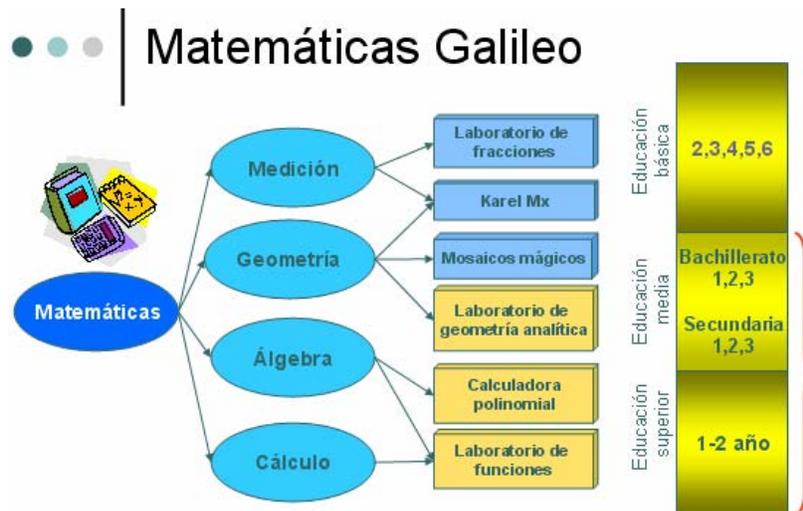


Figura 1. Línea de software educativo para matemáticas Galileo.

En el nivel medio superior y superior se han elegido para su desarrollo tres temas de matemáticas fundamentales en la formación de los estudiantes: álgebra, geometría analítica y cálculo diferencial e integral. El criterio de selección aplicado toma en cuenta el ofrecer soluciones alternas para las materias que ostentan elevados índices de reprobación. Sin embargo, lo más importante es ofrecer a los estudiantes herramientas con las que no solo puedan mejorar su aprendizaje, sino que puedan aplicar sus conocimientos en la resolución de problemas.

Los productos resultantes permiten:

- Mejorar la comunicación de conceptos del docente a los estudiantes en el aula.
- Explorar los conceptos plasmados en la bibliografía relacionada y analizar los resultados.
- Resolver problemas de cálculo intensivo, que manualmente serían sumamente complejos.

A continuación se ofrece una breve descripción de cada una de las herramientas.

3. La Calculadora Polinomial

El álgebra y el resto de las matemáticas son útiles para resolver problemas reales, y no solo los problemas propuestos en los textos, y contrario a cómo se le presenta en el salón de clase, no es un tema abstracto, pues tiene que ver con números y dependiendo del contexto, con cantidades o medidas de cosas reales (kilos de tortillas, litros de agua, metros de distancia). Aquí el factor de éxito para mejorar el aprendizaje es la posibilidad de visualizar estas expresiones y los resultados de operarlas.

La Calculadora Polinomial es una herramienta computacional gráfica e interactiva que permite definir y operar expresiones algebraicas con la adición de poder visualizar las gráficas resultantes de dichas manipulaciones (figura 2).

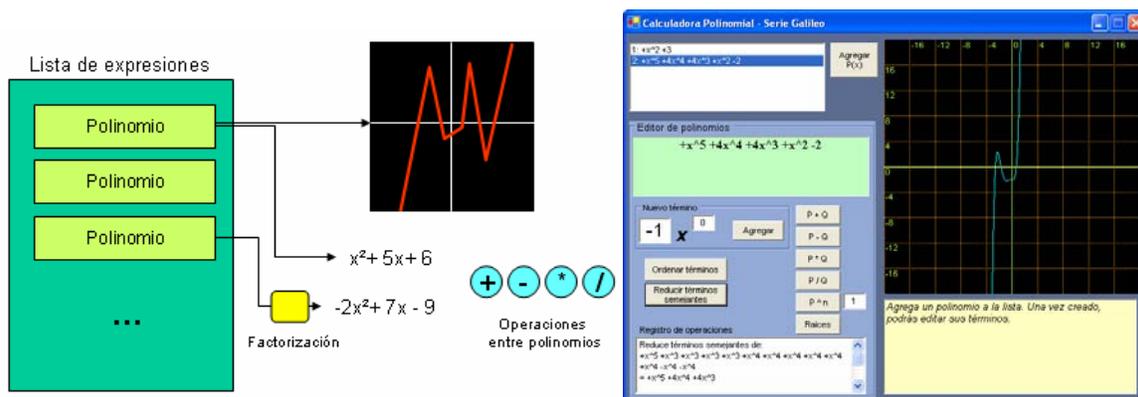


Figura 2. Organización de elementos e interfaz de la Calculadora Polinomial.

Las actividades que pueden realizarse con la herramienta son:

- Definir y editar expresiones algebraicas
- Visualización de gráficas de polinomios
- Operación de monomios y polinomios
- Cálculo de raíces del polinomio

4. El Laboratorio de Geometría Analítica

La geometría analítica ha tenido gran importancia en el desarrollo de las matemáticas pues ha unificado los conceptos de análisis (relaciones numéricas) y geometría (relaciones espaciales). La geometría analítica se ocupa de dos tipos clásicos de problemas: (a) dada la descripción geométrica de un conjunto de puntos, encontrar la ecuación algebraica que cumplen dichos puntos; (b) dada una expresión algebraica, describir en términos geométricos el lugar geométrico de los puntos que cumplen dicha expresión.

En las aulas convencionales solo es posible explorar un número limitado de problemas (en una sola dirección de las mencionadas anteriormente) pues los desarrollos algebraicos o el cálculo de tabulaciones suelen ser exhaustivos. Con el apoyo de las computadoras, estas exploraciones pueden hacerse mucho más ágiles e incluso elevar el nivel de complejidad de los planteamientos de los problemas.

El Laboratorio de Geometría Analítica es una herramienta computacional gráfica e interactiva que permite definir y manipular expresiones matemáticas que representan figuras geométricas derivadas de la ecuación general de segundo grado, cuyas formas y propiedades gráficas deben ser estudiadas (figura 3).

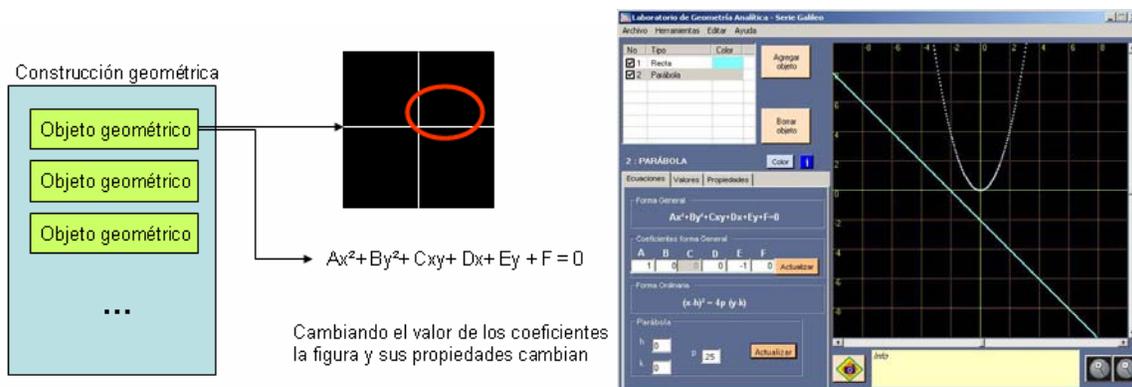


Figura 3. Organización de elementos e interfaz del Laboratorio de Geometría Analítica.

Las actividades que pueden realizarse con la herramienta son:

- Definir y editar objetos geométricos (recta, circunferencia, elipse, parábola, hipérbola)
- Visualización de gráficas objetos geométricos y sus propiedades.
- Generación de reportes

5. El Laboratorio de Funciones

Los conceptos centrales del cálculo diferencial e integral, incluidos los de función, límite, derivada e integral, considerados como fundamentales para el estudio de la física, y la comprensión de la naturaleza, han constituido un tema de enorme dificultad para los estudiantes, que consideran al cálculo diferencial una de las materias más difíciles del bachillerato. En realidad no debiera ser así, el cálculo diferencial e integral es una asignatura sencilla y extraordinariamente útil como herramienta para el estudio y comprensión de la naturaleza, a condición de que su enseñanza y aprendizaje sea realizado con metodologías adecuadas [2].

El Laboratorio de Funciones es una herramienta computacional gráfica e interactiva que permite definir y manipular expresiones matemáticas que representan funciones, cuyas formas y propiedades gráficas deben ser estudiadas.

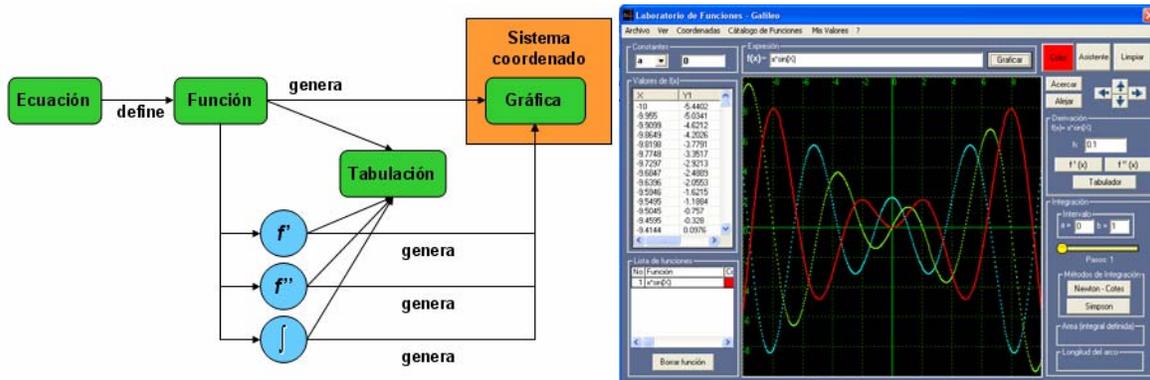


Figura 4. Organización de elementos e interfaz del Laboratorio de Funciones.

Las actividades que pueden realizarse con la herramienta son:

- Definir y editar expresiones algebraicas de funciones
- Visualización de gráficas de funciones
- Transformación de funciones: derivación e integración
- Cambios de sistema coordinado
- Generación de reportes

6. Características y aplicación del software

Los principales objetivos de las aplicaciones son: disminuir el grado de abstracción de los conceptos, mejorar la asimilación de conceptos de los estudiantes, y fomentar una participación activa y creativa de los estudiantes.

En su diseño se han incorporado características que permiten usarlas acorde a las tendencias actuales en cuanto a la metodología de la enseñanza de las matemáticas (en general relacionadas al constructivismo) [3]:

- La visualización. Se refiere al proceso de formación de imágenes (mentales o con la ayuda de la tecnología) y su uso para el descubrimiento matemático y el entendimiento (Zimmerman y Cunnigham).
- Las múltiples representaciones. Se refiere a las diversas formas que puede adoptar un concepto u objeto, y como al manipularlas el estudiante construye sus propias imágenes mentales. La concepción mejora si el estudiante puede acceder no solo a varias representaciones, sino que también influye la interactividad que pueda tener con ellas.
- El hacer conjeturas. "Una conjetura es una proposición que puede ser cierta o falsa; al momento de considerarla, la persona que hace la conjetura no sabe si es cierta o falsa

pero piensa que es cierta. Así, la conjetura no es una definición ni un postulado, pero al ser demostrada se convertirá en un teorema” (Chazan y Houde). En síntesis, conjeturar permite que por medio de la observación y el razonamiento, el estudiante pueda descubrir el conocimiento, en lugar de aceptarlo dogmáticamente.

Las aplicaciones antes descritas tienen las siguientes funciones en el aula:

- Son un medio de comunicación entre el profesor y el estudiante, con el fin de hacer más eficaz la enseñanza y el aprendizaje de la matemática.
- Permiten presentar conceptos haciendo referencia a su interpretación geométrica [4].
- Pueden usarse para mostrar procedimientos en detalle o evitar cálculos tediosos.
- Permiten la exploración de diferentes situaciones facilitándole al estudiante la comprensión de conceptos y la solución de ejercicios.
- Permiten al alumno practicar y complementar la comprensión de conceptos a los que el profesor no podrá dedicarle más tiempo en el aula.

Aunque la mayoría de los docentes que han usado las herramientas Galileo, tienen una opinión favorable acerca de sus capacidades, facilidad de uso y beneficios para los estudiantes, también se ha tenido que afrontar el temor que provoca el fantasma de la automatización de los procesos de cálculo: si la computadora lo hace todo, ¿qué aprenderán los estudiantes? A esta preocupación Nancy Dávila [5] responde: "si se puede prescindir de la parte mecánica de cada problema, es posible dedicar más tiempo al análisis de los conceptos que intervienen y de las soluciones resultantes“.

En la práctica, esto implica una visión de las matemáticas donde deben distinguirse los contenidos de los procesos (figura 5). La exposición y explicación de los contenidos siguen a cargo del docente, con apoyo de los materiales bibliográficos. En este caso el software sirve para consultar y mostrar representaciones de los conceptos en turno, pero debe hacerse énfasis en los procesos mentales y manuales para que el estudiante aprenda los procedimientos correspondientes.

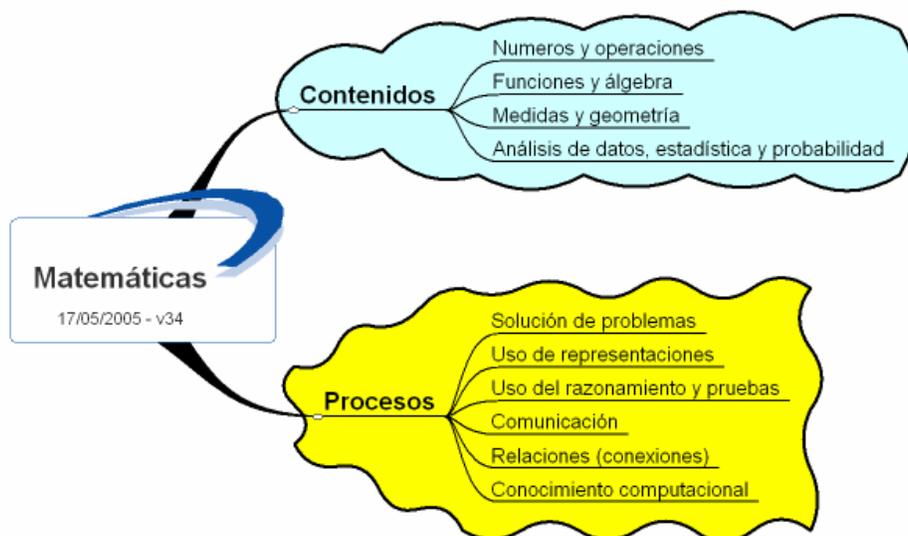


Figura 5. Esquema conceptual de las matemáticas

El área de oportunidad para las herramientas de software se encuentra en el apoyo a los procesos. Una vez que el estudiante conoce y manipula los conceptos y sus operaciones, es momento de que los aplique. Es entonces cuando el software se encarga de toda la carga de cálculo y permite al estudiante mediante el uso de la computadora, explorar las representaciones de los conceptos (en su parte cuantitativa y cualitativa), conjeturar, buscar estrategias para resolver problemas, comunicar y discutir sus resultados (todas las aplicaciones permiten generar reportes HTML) y descubrir las relaciones que tienen las matemáticas con otras áreas de conocimientos.

Es así que mediante la ejercitación de los procesos, los estudiantes podrán representar el conocimiento matemático en una gama de formas para afrontar las demandas de la educación superior y el mundo laboral.

7. Conclusiones

Los laboratorios de matemáticas Galileo son un complemento a las cátedras dictadas en papel y lápiz, que fomenta el desarrollo de ideas y la resolución de problemas, en un ambiente de investigación donde profesor y alumno se convierten en compañeros.

Así, el estudiante cuenta con una potente herramienta que lo acompañará en su proceso de aprendizaje, permitiéndole realizar pruebas complejas de cálculo numérico, trasladando así soluciones y estrategias desde los contextos teóricos originales a otros nuevos mucho más inteligibles para él.

Las aplicaciones se han planteado no solo como un auxiliar en el salón de clase, sino como herramientas que ayuden al estudiante con sus trabajos en casa y permitiéndole aplicar sus conocimientos matemáticos a problemas reales y en otras áreas, como la física.

El uso de los laboratorios es una excelente oportunidad para responder una sencilla pregunta: ¿qué implica saber matemáticas? Acumular hechos y procedimientos, o aplicar el conocimiento para conjeturar, experimentar y extraer conclusiones.

Referencias

[1] Experiencia en el Uso de Software Educativo para Matemáticas a Nivel Bachillerato.

Javier Gutiérrez Flores. José Antonio Nava Rodríguez.

Encuentro de cómputo en la educación. Congreso general de cómputo computo.98@mx. 1998.

[2] Laboratorio de funciones: una herramienta para el aprendizaje experimental del cálculo diferencial e integral.

Eugenio Jacobo Hernández Valdelamar, Humberto Manuel Uribe León, Juan Ciprés Vargas

Fundación Arturo Rosenblueth. Tecnología Educativa Galileo. Segunda muestra de software educativo. Culiacán, Sinaloa. México. Octubre, 2004.

[3] ¿Cambiarán las computadoras la forma de enseñar geometría?

Omar Hernández Rodríguez. Boletín de la Asociación Puertorriqueña de Maestros de Matemáticas.

http://ciencias.bc.inter.edu/ohernand/internet/enlaces/geometra_files/cambios.htm



[4] Conceptos de cálculo diferencial presentados por medio del computador usando Mathematica
Walter Mora F., Julio Rodríguez S. Escuela de Matemática. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
Revista Virtual, Matemática Educación e Internet.

<http://www.itcr.ac.cr/revistamate/ContribucionesV3n3002/0calculoJulioWalter/pag1.html>

[5] Didáctica de las matemáticas en enseñanza superior: la utilización de software especializado
Ángel A. Juan, Guillermo Bautista. 2001. <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0107030/mates.html>