

La Enseñanza de las Matemáticas en Ingeniería bajo el Enfoque de Competencias: Propuesta de un Laboratorio de Cálculo Univariado.

L. Domínguez Ch; Profesor de Carrera Universidad Anáhuac Mayab; luciano.dominguez@anahuac.mx

M. Prieto M; Profesor Investigador Universidad de Castilla la Mancha; Manuel.Prieto@uclm.es

R. González S; Estudiante Universidad Anáhuac Mayab; ricardogsimon@yahoo.com.mx

RESUMEN

En la Red de Universidades Anáhuac a partir de agosto del 2010 se está dando un cambio en el proceso de enseñanza aprendizaje de todas las licenciaturas que se imparten, pasando del enfoque basado en objetivos que hasta ahora se ha dado en las materias, a uno basado en competencias.

En el caso de la enseñanza de las matemáticas para Ingeniería, en la Universidad Anáhuac Mayab hemos venido trabajando desde el 2005 en abordar el proceso de enseñanza- aprendizaje (PEA) a través del uso de la tecnología, esencialmente a través de Objetos de Aprendizaje (OAs) los cuales en su mayoría han sido desarrollados por los mismo alumnos.

Para el desarrollo de la materia de Calculo Univariado del primer semestre de Ingeniería, se ha elaborado un manual de prácticas de laboratorio para guiar el PEA, con el cual se pretende por un lado el apoyar el desarrollo de las competencias que se han planteado en el programa y por el otro, permitir que el alumno se enfoque en el aspecto cualitativo de las soluciones de los modelos matemáticos que se plantean, y no tanto en el proceso de obtener la solución en sí. Este punto es clave para el enfoque a la solución de problemas que se le debe de dar a la enseñanza de las matemáticas en Ingeniería.

Se presenta la estructura del manual de laboratorio y el desarrollo de algunas prácticas las cuales están basadas en la utilización de los OAs que se han hecho, la utilización de un sistema de computo algebraico (CAS del ingles) en este caso Mathematica V7 y recursos varios disponibles en Internet.

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Universidades Anáhuac(SUA), se ha planteado la necesidad de reestructurar los planes de estudio y los programas de las asignaturas para adecuarlos a nuevas condiciones y requisitos de su sistema interno y de los requerimientos en cuanto a la Transformación Educativa planteada en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 [1]

De este modo, es necesario pasar del anterior Enfoque por Objetivos a un Enfoque por Competencias y aprovechar esta circunstancia para plantear soluciones a problemas detectados con anterioridad, a la vez que se modernizan los programas de las asignaturas. Uno de estos problemas dentro de la División de Ingeniería y Ciencias Exactas ha sido el alto índice de reprobación en matemáticas y la consiguiente deserción durante los primeros semestres de los estudiantes de las 3 carreras de ingeniería que se imparten actualmente en la Universidad Anáhuac Mayab (UAM).

El programa 2004 de las carreras de Ingeniería contemplaba la separación de la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral en dos materias: Cálculo Diferencial y Cálculo Integral ambas con 4.5 hrs a la semana y las cuales se ofrecían en semestres consecutivos, el nuevo programa 2010 contempla una sola materia denominada Cálculo Univariado con 7.5 hrs a la semana en un solo semestre.

Las competencias que se está planteado que adquieran los estudiantes son:

Competencias Genéricas.- Comprender un texto con notación matemática, ser capaz de entender un problema y relacionarlo con la parte teórica correspondiente, organizar los conocimientos necesarios para la resolución de problemas, saber expresar de manera oral y escrita esos conocimientos, utilizar adecuadamente la herramienta computacional para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje, distribuir correctamente el tiempo de estudio y trabajo.

Competencias Específicas.- Conocer, representar, manipular y operar con soltura todo tipo de números y expresiones algebraicas, conocer los conceptos de sucesión y de series de números reales, saber obtener el término general, calcular límites de sucesiones y calcular sumas de series, conocer el concepto de función real de variable real, sus principales propiedades y los conceptos de límite, continuidad, derivada e integral, manejar adecuadamente un software de computación algebraica (CAS).

Las competencias relativas al manejo de la herramienta computacional se han incluido pues consideramos que una de las causas de la dificultad en el aprendizaje de las matemáticas es el nivel de abstracción que éstas conllevan. Sin embargo, citando a Turkle y Papert: “la computadora se sitúa precisamente entre el mundo de los sistemas formales y el mundo físico, tiene la capacidad de hacer concreto lo abstracto” [2]. De manera metafórica: con la utilización de las matemáticas el alumno puede experimentar en la resolución de problemas matemáticos a través de la computadora.

ANTECEDENTES

A finales del año 2000 surgió la necesidad de utilizar la computadora como apoyo didáctico para la enseñanza de las matemáticas en la Escuela de Ingeniería de la Universidad del Mayab, más allá de las aplicaciones usuales de editores de textos, hojas de cálculo o presentaciones con diapositivas. Así, con el apoyo de tres estudiantes de Ingeniería en Sistemas y la coordinación de un profesor de planta se creó el sitio denominado Cálculo en Línea [3]. Este sitio consta esencialmente de aplicaciones desarrolladas en Flash™ y HTML para apoyar la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral. Estas animaciones o lo que años después se denominó de manera más específica Objetos de Aprendizaje (OA), sirvieron para que posteriormente, en el primer semestre de 2001, se creara un curso en línea usando el sistema de gestión del aprendizaje (SGA) denominado WebCT™, donde además de las animaciones ya realizadas y de la información general del curso, se incluían

evaluaciones rápidas (quizzes) elaboradas con la ayuda de la herramienta denominada Respondus™. Si bien no hubo una evaluación estadística de la comparación del aprovechamiento de los alumnos sin y con el apoyo de un SGA, los alumnos expresaron de manera verbal una gran satisfacción en el desarrollo del curso debido a la utilización de los OA.

Durante el año 2005 la Universidad del Mayab estableció un convenio de colaboración con la Universidad de Castilla la Mancha en la que se desarrollaron formalmente los OA que soportaron la realización de los cursos de Calculo Diferencial [4], a la vez que se construyo un repositorio de OA [5]. Durante el 2009 hemos desarrollado un sitio web que además de ofrecer a los estudiantes el acceso a los diferentes OA, nos permitirá conocer su opinión sobre los mismos en base a una encuesta en línea en la cual se le pide al alumno que conteste una vez que ha utilizado el OA [6].

LABORATORIO DE CÁLCULO UNIVARIADO

Si bien contamos con indicios de que la utilización de los recursos tecnológicos en el aprendizaje del Cálculo Diferencial tienen una incidencia positiva en cuanto al aprendizaje de la materia [7] , aún no podemos establecer una conclusión definitiva en este aspecto. Actualmente estamos optando por incidir en dos aspectos sumamente importantes, desde nuestra perspectiva; del aprendizaje de las matemáticas: la posibilidad de “experimentarlas” a través de la computadora y un cambio en la actitud que guarda el alumno en torno al proceso de enseñanza aprendizaje de la materia.

Por lo anterior y con objeto de contribuir a lograr las competencias propuestas en cuanto al manejo de los recursos de cómputo, se ha propuesto implementar a partir del semestre que ha comenzado en agosto de 2010 un laboratorio de Cálculo Univariado.

El laboratorio de Cálculo Univariado plantea que el estudiante realice tres prácticas a lo largo del curso, cada práctica consta de varias actividades en las que se le pide al alumno que reporte sus resultados en un archivo que deberá guardar en formato pdf.

Práctica 1: Funciones, Límites y Continuidad.

El alumno inicia esta práctica revisando la estructura de los números reales a través de un OA, posteriormente resuelve desigualdades utilizando el comando *Reduce* de Mathematica, para terminar con los antecedentes se le pide que plantee un problema que se modele utilizando una desigualdad que incluya el valor absoluto.

Para el tema de funciones el alumno graficará y realizará algunas operaciones entre diversas funciones. Se le pide al alumno que utilice el comando *Manipulate* de Mathematica el cual le brinda al usuario la posibilidad de modificar de manera dinámica y a través de botones gráficos, los diversos parámetros que se requieran para observar el comportamiento de la evaluación de una expresión o una gráfica, permitiéndolo de esta

manera al alumno enfocarse en los aspectos cualitativos de la solución a algún modelo matemático que se plantee (figura 1).

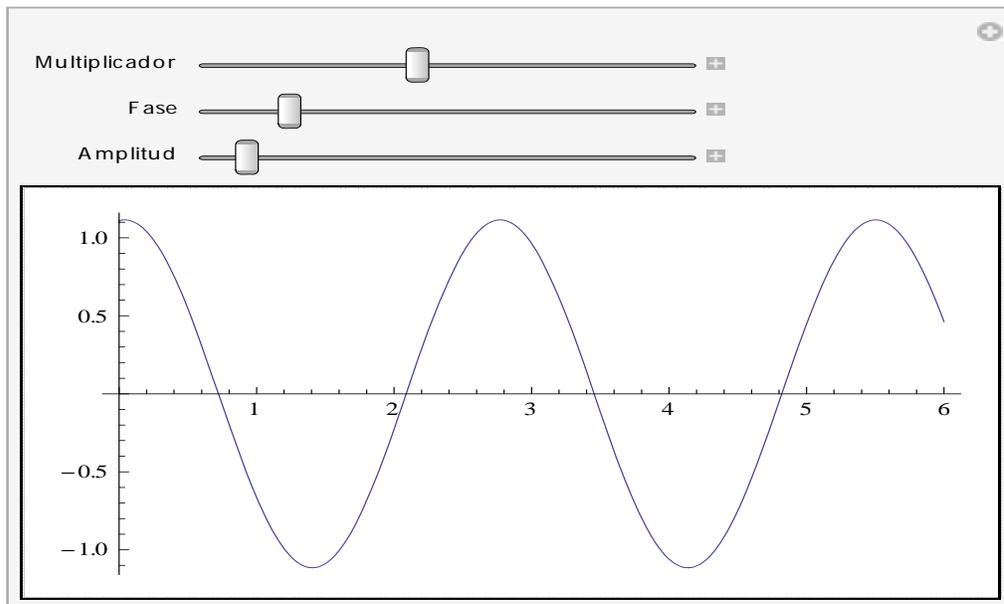


Figura 1.- La gráfica de $f(x) = A \text{ Sen}(bx + c)$, donde A es la amplitud, b el multiplicador y c la fase.

Para los temas de límites y continuidad, además de las prácticas en el Mathematica al alumno se le refiere a un video en You Tube [8] con una explicación sobre límites.

Práctica 2: La Derivada y sus Aplicaciones

La primera actividad de esta práctica pretende que el alumno asocie el concepto de derivada con el de la recta tangente a la curva, para lo cual se utiliza el software de libre distribución denominado Math Visualization Toolkit (MVT).

Posteriormente realiza actividades donde calcula derivadas, aplica la regla de la cadena y calcula derivadas de orden superior. Para las aplicaciones, tanto de razones afines como de problemas de optimización se le pide al estudiante que una vez que resuelva algunos problemas planteados en los OA (figura 2) que se encuentran en el sitio de cálculo [9], imagine, plantee y resuelva un problema de aplicación de cada tipo.

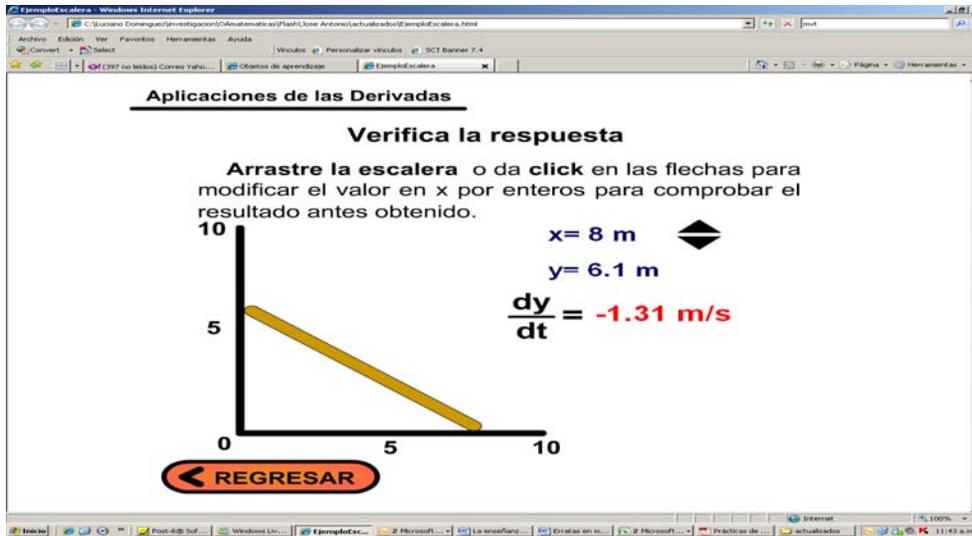


Figura 2.- La interactividad es un elemento importante en los OA que se han desarrollado

Practica 3 La integral y sus aplicaciones.

Para las actividades de esta práctica que apoyan el aprendizaje desde la definición de integral (indefinida y definida) hasta las integrales impropias, pasando por las aplicaciones (área bajo la curva, volúmenes y trabajo), además de los recursos ya mencionados en las prácticas previas se incluye la utilización de un graficador en línea, desarrollado en la Lawrence School [10], el cual le permite visualizar desde los polígonos bajo la curva para el cálculo de las sumas de Riemman hasta la generación de sólidos de revolución.

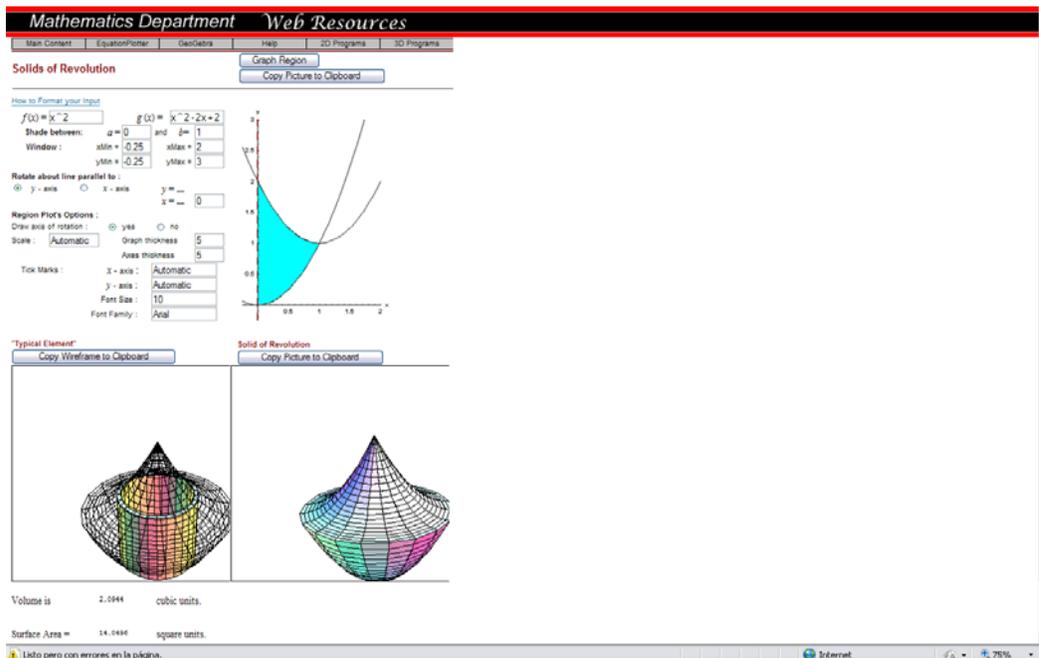


Figura 3. La región sombreada en la parte superior derecha se hace girar alrededor del eje y

En la figura 3 se muestra la generación de un sólido de revolución: en la parte superior izquierda el estudiante especifica las funciones que establecen los límites de la región, el eje de giro así como parámetros para el formato de la gráfica, en la parte superior derecha aparece sombreada la región por rotar, en la esquina inferior izquierda aparece el elemento diferencial que constituye el volumen, en este caso un cascarón, finalmente en la parte inferior derecha aparece el sólido de revolución generado.

CONCLUSIONES

Se han desarrollado prácticas de laboratorio de cálculo diferencial e integral en una variable, utilizando una gran cantidad de recursos de cómputo que le permiten al estudiante consolidar el aprendizaje de la materia a través de la “experimentación” propiciada por las diversas actividades. Si bien como se describe arriba tenemos algunos indicios de que la utilización de la tecnología de cómputo propicia un mejor aprendizaje de la materia, podremos tener una evaluación cuantitativa de esta mejora al utilizar el laboratorio propuesto, conforme se vaya impartiendo el curso de Cálculo Univariado recién implantado en la UAM. Por otro lado hemos iniciado el curso aplicando un instrumento pedagógico que nos permitirá evaluar si hay un cambio en la actitud que tienen los estudiantes en relación al proceso de enseñanza aprendizaje de la materia.

BIBLIOGRAFÍA

1. <http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/igualdad-de-oportunidades/transformacion-educativa.html>
2. Turkle, S., Papert, S.: “Epistemological Pluralism and the Revaluation of the Concrete”, *Journal of Mathematical Behavior*. 11(1) pp. 3--33 (1992)
3. Sitio de Cálculo Diferencial e Integral de la Universidad del Mayab: <http://calculo.unimayab.edu.mx/>
4. Domínguez, L. Prieto, M. Valdez, R.: Uso de la Tecnología de Cómputo para la Enseñanza de las Matemáticas en Ingeniería, a través de Objetos de Aprendizaje. Primer Foro Nacional de Ciencia Básicas. Facultad de Ingeniería. UNAM. México D.F. (2005)
5. Domínguez, L., Valdez, R., Prieto, M.: Repositorio de Objetos de Aprendizaje para las Matemáticas en Ingeniería, en Hernández L. y J. Figueroa (Eds). *Tecnologías y Educación a Distancia*. pp. 282--288. Instituto Politécnico Nacional. México D.F. (2006)
6. Domínguez, L., Castilla, V., Moreno, L., Monsreal A.: Sitio Web para el Aprendizaje del Cálculo Diferencial a través de Objetos de Aprendizaje, en Prieto, M. et al, (Eds)

Recursos Digitales para el Aprendizaje. pp. 423 -428. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yuc. (2009)

7 Dominguez, L., Prieto, M., Castilla, V., Moreno, L.A. & Monsreal, A.: Qualitative and quantitative evaluation of the Use of Mathematical Learning Objects by Engineering Students. In G. Richards (Ed.), Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2009 (pp. 1219-1224). Chesapeake, VA: AACE. (2009). Retrieved from <http://www.editlib.org/p/32621>.

8 <http://www.youtube.com/watch?v=HYSI-AHUqRM>

9 <http://oacalculo.unimayab.edu.mx/>

10 <http://mathplotter.lawrenceville.org/>