

## UN LIBRO ELECTRÓNICO DE MATEMÁTICA: UNA EXPERIENCIA PARA COMPARTIR

Milagros Horta N., Juan Delgado R., Lourdes Hernández R. y José Montalván H.  
 Universidad de Matanzas, Instituto Superior “José Antonio Echeverría”. Cuba.  
[milagros.horta@umcc.cu](mailto:milagros.horta@umcc.cu); [milyh58@yahoo.es](mailto:milyh58@yahoo.es); [rdelgado@ind.ispje.edu.cu](mailto:rdelgado@ind.ispje.edu.cu)

### Resumen

En el último perfeccionamiento al programa de estudio (Resolución 41, 2000), realizado por el Ministerio de Educación Superior en Cuba a la asignatura que impartimos, Matemática I para Ingenieros Industriales, se produjeron cambios tan notables en ésta, que los libros de texto existentes hasta el momento, no respondían eficientemente a los requerimientos de este nuevo programa; por lo que profesores de esta asignatura en nuestro país, nos dimos a la tarea de confeccionar un texto electrónico con características inherentes a este tipo de formato, que pudiera resolver a corto plazo la carencia de libros en nuestras universidades y ser instalado en las intranet universitarias, de manera que todos los estudiantes que reciben esta asignatura tuvieran acceso a él y resolver en breve período de tiempo esta situación. Este texto (Horta. M, 2001), aborda el Cálculo Diferencial para funciones de varias variables; considerándose las funciones de una variable como un caso particular de éstas, con lo que se logra una mejor optimización de tiempo en el tratamiento de los diferentes aspectos de la asignatura, además de otras ventajas, que a nuestro juicio, superan a la forma tradicional de impartir este tema (Delgado, J.R., 1999). El presente trabajo aborda esta experiencia, pero sobre todo pretendemos mostrar las posibilidades que la informática puede brindar en el tratamiento geométrico de los diferentes conceptos de la matemática a partir de figuras animadas que hacen más asequibles a los estudiantes, conceptos tan abstractos como puede ser el de límite de funciones u otros, aún a pesar de las desventajas que diferentes autores atribuyen a los hipertextos o textos con formato electrónico (Landow, 1995).

### Introducción

En nuestro país, Cuba, el ministerio de Educación superior, tiene concebido comisiones nacionales de carreras para cada una de las especialidades que se estudian en las diferentes universidades cubanas, la cual esta integrada por un conjunto de expertos con representación de cada una de las universidades del país, los cuales tienen dentro de sus tareas, revisar continuamente los planes de estudio de las diferentes carreras con vistas a su perfeccionamiento y lograr graduados universitarios con un alto nivel científico técnico. Durante el último plan de estudio instaurado (C` o C mejorado) se realizaron cambios sustanciales en la disciplina Matemática para Ingenieros Industriales, esta disciplina se imparte durante el 1er y 2do año de la carrera y la integran 5 asignaturas: Matemáticas I y II el primer año; Álgebra Lineal el 1er semestre del 1er año y Matemáticas III y IV el segundo año. Los cambios realizados para este nuevo plan de estudio (Resolución 41/98) -en el caso de matemática I y matemática II- cambiaron radicalmente con respecto al plan de estudio anterior. En la siguiente tabla se ilustra estas asignaturas con los contenidos que se contemplaban en el plan C (penúltimo plan de estudio aplicado) y los contenidos que deben impartirse ahora en el plan C` (plan de estudio actual).

Asignatura / período de la carrera en que se imparte	Plan C(Plan de estudio que se aplicaba antes del plan C mejorado)	Plan C` o Plan C mejorado (último plan de estudio aplicado)
Matemática I / 1er semestre de 1er año.	Cálculo diferencial de funciones de una variable y cálculo integral (integrales unidimensionales).	Cálculo Diferencial de funciones de varias variables (en general para funciones de una y varias variables).
Matemática II / 2do semestre de 1er año.	Cálculo diferencial de funciones de varias variables	Cálculo Integral (integrales unidimensionales y múltiples)

La aplicación de este nuevo plan de estudio, que no son las razones del cambio ni las metas que se persiguen obtener con ellos el objetivo de este trabajo, hicieron que los textos que se utilizaban hasta el momento no se ajustaran a estos nuevos cambios y si bien nuestro Ministerio de Educación ubicó en los centros de Educación Superior, textos que se adecuaban, lo mejor posible, a estos cambios; a nuestro modo de ver no llenaban las expectativas, pues consideramos que éstos sirven, sobre todo, para consultas muy puntuales sobre determinados temas concretos, pero para el estudiante medio de ingeniería es conveniente disponer de un material donde se desarrollen con rigor, concisión, y con la necesaria claridad, los conocimientos básicos de la asignatura y por sobre todas las cosas, que se traten los contenidos en concordancia a como son abordados en clases, principal problema en los textos de matemática que están a nuestra disposición, pues no son muchos los que tratan el estudio de las matemáticas partiendo del concepto general de funciones, límites, etc y analizando estos conceptos para el caso de las funciones de una variable como casos particulares, siendo esta nuestra forma de abordar estos contenidos.

Atendiendo a esta seria dificultad de carencia de texto adecuado, lo cual repercute de manera negativa en la auto-preparación de los estudiantes, nos dimos a la tarea de confeccionar un material de “apuntes” que ayudara a palear esta dificultad. Dada las condiciones económicas de nuestro país, quisimos hacer este trabajo de manera que conllevara un empleo mínimo de recursos.

Para ello confeccionamos un libro de Cálculo Diferencial de varias variables, que tratará el caso de las funciones de una variable independiente como un caso particular de éstas, con formato electrónico, para ser utilizado por estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Industrial, éste fue confeccionado sobre una página Web, para hacer más fácil su manipulación a través de redes informáticas.

En el presente trabajo pretendemos ilustrar este material, hecho que no resultará fácil para nosotros, pues mostrar en un artículo donde está limitada la cantidad de páginas en que debemos escribir y por demás que tiene la característica de ser un material en “*blanco y negro*” (impreso) hace bien difícil nuestra tarea de tratar que los lectores puedan llevarse una idea fiel de nuestra experiencia, es decir, utilizar un material docente con características inherentes a una técnica como es la de la computación, diferente por completo a la que se emplea en un material de imprenta que son las de este artículo que redactamos, pero si bien no se lograra el objetivo propuesto por los autores a partir de este trabajo, que es el de que conozcan nuestra experiencia de cómo utilizar las TIC en nuestras aulas, tanto más estaremos demostrando la importancia de éstas y el valor que el uso de ellas pueden tener en la enseñanza desde el punto de vista didáctico, para la comprensión de conceptos tan abstractos como los que abundan en la asignatura que enseñamos y que a veces las palabras no pueden ilustrar como quisiéramos.

### **Desarrollo**

El organizar el proceso de enseñanza de la Matemática con el referencial teórico metodológico del enfoque histórico cultural y de la actividad, presupone partir de las características socioeconómicas, políticas y científico-técnicas de la época. Si se tiene en cuenta el notable y acelerado desarrollo que experimentan las TIC (Técnicas de la Información y las Comunicaciones) en nuestros días, se explica la necesidad de introducirlas en este proceso bajo este enfoque. Las TIC pueden ser incorporadas al proceso docente para fortalecer y hacer eficientes y efectivas las tendencias pedagógicas

más actuales que centran su atención en la singularidad de cada alumno, estimulando su crecimiento individual y poniendo énfasis en “*aprender a aprender*”, “*aprender a hacer*”, con un sentido humanista de la educación (Hernández. L.M, 2000). Por lo que un escenario adecuado para trabajar en la dirección de integrar a los avances pedagógicos las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, con la intención de dar respuesta a los cambios que reclama la actual sociedad llamada de la información y el conocimiento, en profesores y estudiantes, pueden ser la confección de materiales didácticos por parte de los profesores, que ayuden a la preparación individual de los estudiantes, aprovechando las posibilidades formativas, educativas y el ambiente motivacional de las TIC, así como las características de “masividad” que ofrece esta tecnología de poder ser utilizado un material ubicado en una máquina distante, por gran cantidad de usuarios desde diferentes computadoras, en ocasiones distantes una de otras. Estos materiales tienen además la característica, que no poseen los libros impresos; de que pueden ser actualizados constantemente por parte del profesor, agregando problemas actuales del contexto en que se desarrollen las clases, donde se pueda aplicar la asignatura; añadir sistemas de tareas de acuerdo a las características del grupo de estudiantes con el que se esté trabajando, amén de la posibilidad de comunicación con el profesor que brinda para aclarar cualquier dificultad, sin tener que esperar al acto de la clase, a través del correo electrónico.

O sea que las TIC vistas desde el panorama educativo y en particular desde el plano de la Educación Superior, pueden enriquecer y hasta transformar radicalmente las prácticas pedagógicas y científicas en este nivel educacional, elevando significativamente el grado de competitividad y de desarrollo en la auto-preparación de los estudiantes.

Si bien la relevancia en lo “motivacional”, por lo atractivo del entorno que crea, la facilidad de manejo que permite, la diversidad de contextos en los que pueden ser utilizados y dada la estructura no lineal que poseen estos materiales; hacen de ellos una valiosa herramienta para la auto-superación de los alumnos, no podemos decir que todas sean ventajas la de estos medios de estudio.

Refiriéndonos a las desventajas, que por sobre los materiales impresos pueden tener éstos, podemos señalar:

- supone demora en la lectura,
- por lo general menor resolución gráfica,
- mientras más rico en información, menor transportabilidad,
- es necesario cierto aprendizaje de manejo de computadoras,
- no existe aún un interfaz estándar,
- no existe un estándar de transferencia de datos, ni canales regulares de publicación,
- posibilidad de estructura en spaghetti,

Precisamente el reto de utilizar en el sistema enseñanza - aprendizaje de nuestras universidades (o elaborar como es nuestra propuestas) estos materiales a los que hacemos alusión en este trabajo y que tienen inherentemente desventajas con respecto a los que tradicionalmente se empleaban (materiales impresos), está en diseñar correctamente el material, de manera que cumpla con objetivos previamente trazados por el profesor y que sea coherente con los objetivos educativos-instructivos en la materia que se utilice, para de esta manera utilizarlo como un efectivo medio de investigación y enriquecimiento de los conocimientos adquiridos durante el acto de clase y no por el simple hecho de “*estar a la moda*”.

En nuestro caso para la elaboración del texto con formato web cuya experiencia queremos compartir con otros colegas, después de la primera fase en el proyecto de elaboración que fue la de poner en manos de los estudiantes a corto plazo un material, con el cual no se contaba hasta el momento, y que les permitiera prepararse en los diferentes contenidos de la asignatura, nos dimos a la tarea de elaborar un libro de texto para ser presentado a la Comisión Nacional de Carrera para su valoración e implementación en todas las universidades del país, dada la carencia de un texto de calidad para las carreras de Ingenierías en Cuba, para ello nos propusimos cumplir los siguientes objetivos:

-Realizar este texto en formato electrónico, con vista a que dada las características económicas de nuestro país, en un breve plazo los estudiantes pudieran contar con él.

-Utilizar siempre que sea posible para hacer más asequible un concepto, el recurso de gráficos animados que ilustren las diferentes explicaciones verbales que aparece en el libro

-Montarlo sobre una página web de manera que permita facilidad de manejo, diversidad de contextos en los que pueda ser utilizado y la posibilidad de una estructura no lineal.

-Lograr la interdisciplinariedad en el año donde se imparte esta asignatura, es decir vinculación con el resto de las asignaturas del año.

-Elaborar sistemas de tareas con múltiples problemas de aplicación a la carrera en la que se utilice.

A este material le dimos el nombre de: “Apuntes de Cálculo Diferencial de Funciones de Varias Variables para Estudiantes de Ingeniería Industrial.”

Para el uso de este texto, se debe utilizar el navegador Nestcape3.0+ o Internet Explorer 3.0+ y fueron diseñadas para verse con una resolución de 800x600 píxeles con la ventana maximizada. Se entra por el archivo index.html, presenta una página principal con el título y nombre de autores. Para pasar a la página siguiente se debe ir al botón siguiente que aparece al final de esta página de portada. Posteriormente aparece la primera página del libro (figura 1), ésta esta confeccionada en una página de dos marcos (izquierdo y derecho) en el marco izquierdo aparecen los títulos de cada uno de los 4 capítulos del libro, en el derecho aparecen los nombres de los autores y colaboradores del material, dando “clic” sobre la palabra autor o colaborado, aparecerán en ese mismo marco los datos personales de éstos, al final posee 2 botones que le permitirá ir hacia delante en el libro, volver a la página anterior .



Figura 1

Ya en esta pagina principal, al accionar con el mouse en alguno de los títulos de los capítulos, aparecerá en este mismo marco el título de cada uno de los contenidos del capítulo pulsado que usted podrá consultar, acompañado de ilustraciones gráficas con movimientos, que hacen de este material un valioso recurso didáctico que en un texto impreso no se podría lograr, por razones obvias.

Este libro no solo posee el contenido de cálculo Diferencial de funciones de una y varias variables, sino que consta también, al finalizar cada capítulo, de una buena variedad de ejercicios, o sea, que si se quiere resolver ejercicios del tema de derivada de funciones (Capítulo III), lo podrá hacer yendo a la página principal y “clicando” el capítulo de derivada, en la lista de contenidos que aparecerá después de accionar el mouse sobre éste, va al final de ella y busca el título Ejercicios del Capítulo III, que es el que contiene los ejercicios del tema de derivada de funciones.

Resulta importante señalar, que dentro de los objetivos de la disciplina contemplados en el plan de estudio, aparece la enseñanza del uso de software profesionales de matemática, donde el estudiante aprenda a utilizar éstos en la solución de problemas de la asignatura. Por supuesto, que es sumamente difícil para el profesor de Matemática en las horas que dispone para impartir el contenido propio de la asignatura, realizar esta tarea de enseñar a trabajar con un paquete matemático de computación, por lo que este texto nos dio esta posibilidad sin que las horas de la asignatura se vieran afectadas, logrando esto de manera que el estudiante contara con materiales para ello y que en él aparecieran los intereses que en este sentido pretende el plan de estudio, aplicando lo planteado por Salinas (1997):

*...La implantación de las nuevas tecnologías se desarrolla en paralelo a los cambios en los métodos de enseñanza e incluso en la forma de concebir el aprendizaje y la formación donde cada vez más es el propio alumno el que toma el control del proceso, mientras que los materiales y recursos se adaptan a sus necesidades.*

El estudiante tiene en este libro electrónico, una pequeña ayuda de cómo utilizar el DERIVE (software matemático) para resolver problemas relacionados con los aspectos abordados en cada uno de los capítulos, amén de poseer incorporado este software, lo que permite que el estudiante desde el mismo libro pueda acceder a él y verificar los resultados de los ejercicios realizados por ellos. Para ello, basta cuando se encuentre en la lista de contenido del Tema o Capítulo seleccionado (que siempre aparecerá en el marco izquierdo de la página), ir al final de esta lista y después de los ejercicios relacionados con el tema en cuestión aparecerá: Uso del DERIVE, si da “clic” en esta palabra caliente; en el marco de la derecha de la página aparecerá una pequeña ayuda de cómo utilizar este software profesional, en cálculos que aprendió a realizar en este capítulo, pero ahora lo podrá realizar con éste sistema matemático.

El tener incorporado el paquete también nos da la posibilidad de prescindir de páginas con las respuestas a los ejercicios propuestos, pues para verificar la eficacia o no en la solución obtenida de éstos, ellos lo podrán realizar utilizando el DERIVE y de esta manera lo obligamos a que estudien su manipulación.

Además este libro presenta conexiones con páginas de física y química (asignaturas del año) en momentos donde se aplican contenidos de matemática a estas asignaturas, de manera que con solo accionar una palabra, el estudiante puede desde un texto de matemática refrescar conocimientos, que pueden no tener claros de otra asignatura, en el momento en que lo necesite, también presenta materiales en Inglés que les permite aplicar lo aprendido en esta asignatura del año, de manera que este material no solo les sirve para el estudio y profundización de la Matemática que reciben en primer año, sino también para corroborar “in situ” la vinculación de esta asignaturas con el resto de las asignaturas del año.

**Conclusiones.** El material electrónico tiene una funcionalidad totalmente distinta a la del material impreso, se aconseja seguir un conjunto de normas sobre su elaboración. Según Carl Arglia en 1998, diferentes estudios resaltan que los usuarios de la Web son impacientes y no quieren perder el tiempo en esperar a que se carguen páginas sobrecargadas de imágenes innecesarias. Existen varios aspectos relacionados con esta afirmación: los usuarios no leen grandes cantidades de texto en la Web, avanzan rápidamente sobre él, no son tolerantes con las frases o párrafos inacabados, tampoco admiten fallos por incompatibilidad en las versiones de los productos utilizados, no están dispuestos a cargar software adicional para acceder a ciertos contenidos, no desean recorrer páginas extensas. Incluso se ha llegado a especificar un decálogo (Nielsen, 1999) de los principales errores que hay que evitar en lo que se refiere a *usabilidad* (*usability* es un término empleado para referirse al diseño efectivo y eficiente de un recurso web).

Otros análisis sobre la *usabilidad* de recursos concretos (destaca la calidad del estudio realizado por Carl Arglia en 1998 sobre el comercio electrónico) muestran las siguientes conclusiones: se produce en los usuarios bastante confusión cuando tienen que profundizar demasiados niveles en la estructura jerárquica de páginas dada; los usuarios están ávidos de recibir la información relevante sobre el dominio y no desean perder el tiempo en encontrar aquello que buscan ni están dispuestos a repetir complicados caminos de acceso para llegar a la información deseada.

Por lo que al elaborarse libros o hipertextos deben tenerse en cuenta estas consideraciones. En nuestro caso teniendo éstas en cuenta, elaboramos el material, que resulta valioso y los estudiantes dan fe de ello en encuestas realizadas en grupos de clase antes y después de elaborado el texto. Los primeros, como mayor dificultad en los resultados docentes de matemática I, se referían a la no tenencia de un texto adecuado, que les permitiera hacer un correcto estudio independiente. Los segundos hoy hablan en las encuestas de cómo este material, les hace más fácil la asimilación de contenidos tan abstractos como el de límite a través de los gráficos animados que presenta el libro.

### **Bibliografía**

- Carl Arglia. (1998). E-Commerce tools: part II .storefronts. *Corporate Internet*, 4(2), 1-16.
- Delgado, J.R. (1999). "La Resolución de problemas matemáticos. Dos aspectos fundamentales para lograr su eficiencia: la estructuración sistémica de los contenidos de estudio y el desarrollo de habilidades generales matemáticas". Tesis Doctoral. Universidad de La Habana.
- Hernández, H. (1998) "Vigotsky y la estructuración del conocimiento matemático en cuestiones de didáctica de la matemática. Homo Sapiens Ediciones. Rosario.
- Hernández, L.M (2000). "Una vía transdisciplinar sobre las TIC para el desarrollo de habilidades profesionales generales, en cursos de postgrado semipresenciales". Tesis doctoral. Universidad de La Habana.
- HORTA. M. ET AL., (2001). "APUNTES DE CÁLCULO DIFERENCIAL PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL", HTTP// INFONED.UMCC.CU.
- Jakob Nielsen. (1999). "Top Ten Mistakes" Revisited Three Years Later. *Alterbox*. Disponible: <http://www.useit.com/alertbox/990502.html> [1999, Mayo 2].
- LANDOW, G. (1995) *Hipertexto. La convergencia de la teoría crítica contemporánea y la tecnología*, Barcelona, Paidós.
- (1998) *Programa Analítico para la disciplina Matemática para Ingenieros industriales*, La Habana. RESOLUCIÓN 41/98 DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR, LA HABANA, 1998.
- Salinas, J. (1.997): Enseñanza flexible, aprendizaje abierto. *Las redes como herramientas para la formación. Edutec*, n°10, 02/99.