



Material educativo digital como recurso didáctico para el aprendizaje del Cálculo Integral y Vectorial

Viviana A. Costa, Rossana M. Di Domenicantonio, María Cristina Vacchino

Resumen

Presentamos un material didáctico digital propuesto para un curso de Cálculo Integral y Vectorial en una y varias variables en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. El material en formato de CD dispone de una breve introducción al Maple, con comandos básicos para el desarrollo de los contenidos de la asignatura, talleres didácticos y actividades de ejercitación, que guían al alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje a partir de la visualización

Abstract

A digital media is presented which facilitates the teaching of Integral and Vector Calculus (single- and multi-variable) at the College of Engineering of the National University of La Plata. The material, in CD format, provides a brief introduction to Maple, including the basic commands needed to cover the subject content, educational workshops and exercises, each of which guide the student in the process of learning through visualization.

Resumo

Apresentamos um material didáctico digital proposto para um curso de Cálculo Integral e Vectorial numa e várias variables na Faculdade de Engenharia da Universidade Nacional da La Plata. O material em formato de CD dispõe de uma breve introdução ao Maple, com comandos básicos para o desenvolvimento dos conteúdos da matéria, oficinas didácticas e actividades de exercitação, que guiam ao aluno no processo de ensino e aprendizagem a partir da visualização.

Introducción

La práctica habitual de desarrollar el proceso de enseñanza usando como recursos casi exclusivos la tiza y el pizarrón, se está abandonando de manera progresiva. Los avances de la ciencia y la tecnología han puesto a disposición del docente una serie de medios y/o objetos que pueden servir de elementos mediadores para el desarrollo de su actividad cotidiana. Una de las tendencias actuales consiste en la incorporación, cada vez más frecuente, de nuevas tecnologías en la enseñanza que permiten otros modos de aprendizaje. Las nuevas tecnologías permiten introducir imágenes, animaciones y sonidos que provocan generalmente, en los alumnos, un acercamiento a los nuevos temas a estudiar y una motivación de los mismos.

En este contexto, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, un grupo de profesores preocupados por el mejoramiento de la enseñanza en



las materias básicas del Área Matemática realizan distintas actividades con el objeto de mejorar el rendimiento académico de los alumnos. En esta facultad, la metodología de enseñanza en las materias básicas de Matemática considera al alumno como constructor de su propio conocimiento y no mero receptor y al docente como guía del aprendizaje. Las clases son participativas, en aulas con computadoras y libros para uso de los alumnos. Este marco es propicio para la implementación de nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Presentamos el material educativo desarrollado e implementado en la cátedra de “Matemática B”, curso de Cálculo Integral y Vectorial en una y varias variables, para alumnos de primer año de las todas las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (FI UNLP).

La materia es semestral. Los alumnos se distribuyen según su especialidad en varias comisiones. Cada grupo está a cargo de un Profesor, un Jefe de Trabajos Prácticos y Ayudantes, los que trabajan en forma conjunta en el aula. Los alumnos, como guía para el estudio de la asignatura, disponen de un material teórico-práctico impreso desarrollado por el Profesor Titular de la cátedra¹. Este material aborda todos los contenidos de la asignatura teniendo en cuenta que no solo importa el conocimiento sino la forma en que éste se presenta y promueve en el alumno la conexión de los nuevos conocimientos con los previos. Para el desarrollo de los contenidos y ejercitación, se proponen actividades adicionales y auto-evaluaciones que le permiten al estudiante reforzar conceptos difíciles de asimilar. Las actividades inducen al alumno a vincular conceptos matemáticos y físicos como también el uso de un software matemático para la implementación de las aplicaciones informáticas. El material impreso constituye un eje central en el desarrollo de las clases teórico-prácticas.

A partir de las aplicaciones en Maple del material impreso, surge la necesidad de implementar un material educativo en formato de CD-ROM que acompañe a las Guías Teórico Prácticas, con el objetivo de innovar en la práctica pedagógica y ofrecerle al alumno un nuevo recurso, que por la naturaleza misma del material, le brindará todo lo que la tecnología entrega: visualización, exploración y motivación.

Maple² es el software con el que trabajan los alumnos en las materias básicas de Matemática. Es una herramienta de cálculo, manipulación y visualización matemática, es un programa interactivo diseñado para resolver de forma simbólica, problemas en las áreas de Ciencias e Ingeniería. A diferencia de otros software matemáticos que solo pueden operar con números de punto flotante, Maple puede resolver problemas que involucren definiciones de matemática formal y retornar respuestas como objetos matemáticos.

1. Objetivos del material

La principal función con la que fue concebido el material digital es la de ofrecer un entorno para la exploración, la experimentación, la creatividad y favorecer la comprensión y apropiación de los conceptos a partir de la visualización gráfica.

¹ <http://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/F0302/>

² <http://www.maplesoft.com/>



En matemática, según Ferrer, *“la visualización constituye un aspecto importante, es algo natural si se atiende la naturaleza misma de la matemática”*. Además según Zimmermann W. y Cunningham S., *“desde la perspectiva de la matemática es inusual la restricción de que las imágenes deben ser manipuladas. La visualización se toma como la habilidad para trazar con lápiz y papel un diagrama apropiado, con ayuda de una calculadora o una computadora. El diagrama sirve para representar un concepto matemático o un problema y ayuda a comprender el concepto o a resolver el problema. La visualización no es un fin en sí mismo sino un medio para conseguir entendimiento; visualizar un problema significa entender el problema en términos de un diagrama o de una imagen. La visualización en matemáticas es un proceso para formar imágenes mentales con lápiz y papel, o con la ayuda de tecnología y utilizarla con efectividad para el descubrimiento y comprensión de nociones matemáticas. Esto pone de manifiesto la importancia de la visualización dentro del ámbito del proceso del aprendizaje de las matemáticas”*.

El material, también pretende motivar el uso de un software matemático, en este caso el Maple, lo cual contribuirá a completar el perfil profesional de un futuro ingeniero. Este software permite una participación activa y creativa por parte del estudiante dado que con esta herramienta podrá conjeturar, experimentar, y extraer conclusiones. Con mínimos conocimientos informáticos el estudiante tiene toda una gama de posibilidades (simulación estadística, programación de algoritmos numéricos, análisis avanzado de problemas de investigación operativa y de optimización). Asimismo permite al profesor explicar conceptos que, de otra forma, quedarían en un nivel de abstracción difícil de asimilar por muchos estudiantes en un tiempo breve, como volúmenes generados por regiones planas al rotar alrededor de un eje, representaciones de superficies en tres dimensiones, conceptos y resultados teóricos susceptibles de ser comprobados empíricamente.

Otro objetivo importante es el de promover el trabajo grupal. El alumno comparte y socializa el conocimiento, y así lo enriquece. El aprendizaje colaborativo tiene como estrategia disminuir la dependencia de los estudiantes de sus profesores y aumentar la responsabilidad de ellos por su propio aprendizaje.

Objetivos a destacar

- Ofrecer un entorno para la exploración, la experimentación y la visualización.
- Motivar el uso de un software matemático.
- Favorecer la comprensión y la apropiación de los conceptos a partir de la visualización.
- Obtener conclusiones a partir de las gráficas obtenidas.
- Promover el trabajo grupal.
- Prescindir de cálculos tediosos utilizando el software.
- Reforzar puntos conceptuales que resulten difíciles de asimilar.
- Vincular conceptos comunes de la matemática y la física.
- Complementar las actividades de la clase.
- Servir como medio para la autoevaluación.



2. Elaboración del material editado

Desarrollo del material

El proceso de elaboración de material didáctico, según Area Moreira, en general, requiere el desarrollo de cinco grandes tareas o fases que pueden representarse del siguiente modo:

- ✓ Diseño o planificación del material
- ✓ Desarrollo de los componentes y dimensiones
- ✓ Experimentación del material en contextos reales
- ✓ Revisión y reelaboración
- ✓ Producción y difusión

En nuestro caso y de acuerdo a estas fases, el material fue planificado por los autores, que son profesores de la asignatura, conocedores de los contenidos de la materia y quienes mejor conocen las necesidades y dificultades de los alumnos, alcanzada a partir de la amplia experiencia docente en el aula. El diseño y digitalización del material fue realizado por un técnico especialista en el tema que trasladó la propuesta de los profesores al lenguaje digital.

El material elaborado, se compone de texto hipermedial, imágenes y archivos de extensión mws (correspondientes a archivos ejecutables de Maple). A su estructura se accede a partir de una portada con formato de navegador. Se almacena en soporte de CD-ROM y además está disponible en la página web de la Facultad de Ingeniería³.

El material educativo es editado desde el año 2007 por la Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, y se distribuye a los alumnos a través del Centro de Estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UNLP.

Tipo de material

Los materiales multimedia educativos se pueden clasificar según su estructura, sus contenidos, sus destinatarios, según su concepción sobre el aprendizaje, u otros. Encuadramos el material editado como un “material educativo formativo y multimedial” dado que responde a un plan determinado para enseñar y está compuesto por representaciones de contenidos y situaciones de aprendizaje en múltiples formatos como ser texto, gráficas y animaciones accesibles para el usuario.

El material fue concebido para ser usado como material didáctico en cursos presenciales de matemática para alumnos del primer año de las distintas carreras de Ingeniería. Tiene el propósito de ser motivador del aprendizaje dado que incluye elementos que captan la atención de los alumnos y mantienen su interés. El uso del material en el aula, favorece los procesos de enseñanza y aprendizaje, grupales e individuales.

³ http://www.ing.unlp.edu.ar/fismat/imapec/Soft/matb_maple/Matematica_B.html



Estructura y contenido del CD-ROM

El CD-ROM dispone de una portada (Figura 1) a partir de la cual, a través de una barra de herramientas se accede a un Tutorial de Maple, con instrucciones básicas del software, a Talleres y Actividades (Tabla 1). Estos últimos están secuenciados por temas de acuerdo al cronograma de la materia. Los contenidos de los Talleres y Actividades fueron desarrollados según conocimientos previos de los alumnos propiciando un aprendizaje activo.

Talleres	Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Sumas de Riemann • Sólido de revolución • Triedro de Frenet • Campos vectoriales • Rueda exploradora • Campos conservativos y circulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Integración en una variable • Ecuaciones diferenciales • Integrales Múltiples • Integral de Línea • Superficies y curvas

Tabla 1

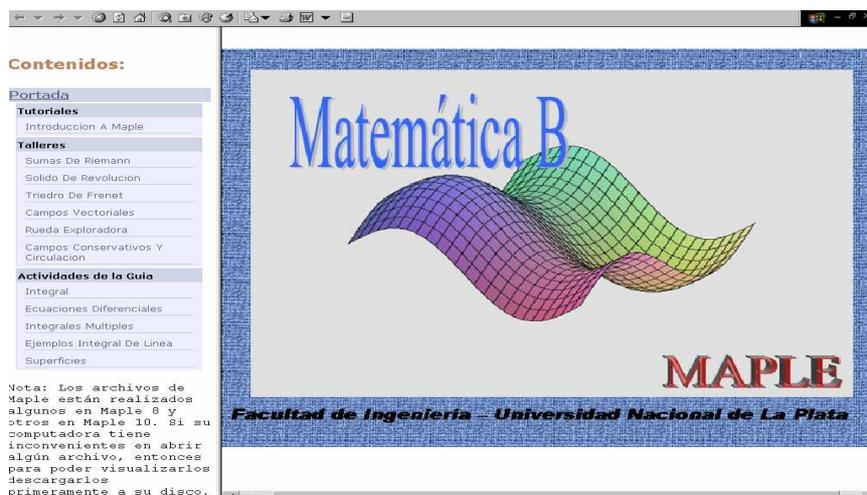


Fig. 1 Portada del CD-ROM

3. Talleres

La confección e incorporación de los Talleres en el material educativo, se debe a que constituyen una importante herramienta pedagógica innovadora que ha sido implementada y estudiada por diversos autores, entre ellos, Gloria Mirebant Perozo, quien define: *“Un taller pedagógico es una reunión de trabajo donde se unen los participantes en pequeños grupos o equipos para hacer aprendizajes prácticos según los objetivos que se proponen y el tipo de asignatura que los organice. Puede desarrollarse en un local, pero también al aire libre”*. En el lenguaje corriente, taller es el lugar donde se hace, se construye o se repara algo. Así, se habla de taller de mecánica, taller de carpintería, taller de reparación de electrodomésticos, u otros.

Desde hace algunos años la práctica ha perfeccionado el concepto de taller extendiéndolo a la educación, y la idea de ser “un lugar donde varias personas



trabajan cooperativamente para hacer o reparar algo” pasa a ser “lugar donde se aprende haciendo junto a otros”, esto dio motivo a la realización de experiencias innovadoras en la búsqueda de métodos activos en la enseñanza.

Por otra parte se considera que el taller es una importante alternativa. Mediante la realización de los Talleres, los docentes y los alumnos desafían en conjunto problemas específicos buscando también que el aprender a ser, el aprender a aprender y el aprender a hacer se den de manera integrada, como corresponde a una autentica educación o formación integral. Mediante la realización de los Talleres los alumnos en un proceso gradual o por aproximaciones, van alcanzando la realidad y descubriendo los problemas que en ella se encuentran a través de la acción-reflexión inmediata o acción diferida.

Los Talleres del CD-ROM contienen definiciones, ejemplos resueltos y ejercitación, que motivan al alumno a reflexionar y afianzar conceptos. Fueron concebidos para ser realizados en forma grupal por los alumnos en el aula y guiados por los profesores. Esta forma de trabajo en el aula genera en los alumnos una forma distinta de interacción (Figura 2).

El Taller de Sumas de Riemann tiene como objetivo final la comprensión de la definición de integral definida como el límite de una sucesión de Sumas de Riemann. A través de diversas actividades se induce a los alumnos a formalizar el concepto. En el Taller de sólidos de revolución el alumno visualiza los sólidos que se generan y esto le facilita el planteo de las integrales que calculan su volumen (Figura 3). En el Taller de campos vectoriales el alumno apoyado en la visualización gráfica de campos vectoriales en dos y tres dimensiones, será capaz de intuir y comprender conceptos físicos del cálculo vectorial, como cálculo e interpretación de rotor, divergencia y líneas de flujo.

En este taller incluimos ejemplos de campos vectoriales de uso y de estudio frecuente en Física, como son el campo gravitacional, eléctrico y magnético (Figura 4). Completando el estudio del cálculo vectorial, el Taller de Campos Conservativos y Circulación permite analizar semi-cuantitativamente el valor de la circulación sobre una curva cerrada, observando cual es el ángulo formado entre el campo y el vector tangente al desplazamiento. Finalmente en el Taller de la rueda exploradora, el alumno visualiza en una gráfica animada los vectores que forman el triedro de Frenet y como éstos cambian sobre la trayectoria.



Fig. 2: Alumnos y docentes trabajando con el Taller de Sumas de Riemann



Entonces el volumen es:

$$V = \pi \int_0^4 (3 + \sqrt{4-y})^2 dy - \pi \int_0^4 (3 - \sqrt{4-y})^2 dy = 64$$

>VolumeOfRevolution(4-x^2,0,x=-2..2,output=plot,axis=vertical,distancefromaxis=3,thickness=

The Volume of Revolution Around the Line $x = 3$ Between $f(x) = 4 - x^2$ and $g(x) = 0$ on the Interval $[-2, 2]$

Fig. 3: Taller de Sólidos de Revolución.

Abrir en [Maple 8](#)

- [Gráfica de campos y estudio de sus características](#)
- [Campos gradientes](#)
- [Lineas de flujo](#)
- [Rotor de un campo vectorial](#)
- [Divergencia de un campo vectorial](#)

¿Que observa? Cómo son las curvas equipotenciales con el campo vectorial?

Dado un campo, con la sentencia *potencial*, podemos saber si un campo dado es un campo gradiente.

> H1 := [2*x, 2*y] :

Fig. 4: Taller de Campos Vectoriales



Ejemplo de un Taller

Detallamos uno de los Talleres, “Cálculo aproximado del área bajo una curva: Sumas de Riemann. Acotación del error”.

Es el primer taller que realizan los alumnos en el curso de Matemática B, usando Maple, luego de haber trabajado con propuestas que muestran la importancia del cálculo del área bajo la curva en distintas áreas del conocimiento.

Tiene como objetivo final la deducción de la definición de integral definida como el límite de una sucesión de Sumas de Riemann, a través de diversas actividades que inducen a los alumnos a formalizar el concepto. Además mediante la visualización de las distintas aproximaciones del “área bajo la curva” se espera que puedan comprender el proceso e introducir la idea del cálculo exacto.

En la actividad 1 del Taller se grafica función $f(x)=x^2$ para x en el intervalo $[0,4]$, y se definen distintas sumas: a izquierda (S_1), a derecha (S_2), y la regla del punto medio (S_3). Se indican los comandos de Maple (Tabla 2) para calcular las sumas en forma simbólica y numérica que aproximan la integral y luego los comandos que permiten visualizar estas aproximaciones (Figura 5). Como ejercicio se les pide comparar los valores de las diferentes sumas,

$$S_1 = \sum_{i=1}^4 (i-1)^2 = 14, \quad S_2 = \sum_{i=1}^4 i^2 = 30, \quad S_3 = \sum_{i=0}^3 \left(i + \frac{1}{2}\right)^2 = 21$$

hacer el análisis de los gráficos y se les hacen preguntas, para ir construyendo las ideas de aproximación y acotación del error cometido al aproximar.

A partir de los gráficos, los alumnos pueden verificar que para esta función $S_1 \leq S_3 \leq S_2$ y que la cota del error es $E = S_2 - S_1$.

Código de Maple para la actividad 1

> **with(student):**

Cálculo, evaluación y gráfico de la suma a izquierda.

> **S1:=leftsum(f(x), x=0..4, 4); evalf(S1);**

> **leftbox(f(x),x=0..4,'shading'=red,color= black);**

Cálculo, evaluación y gráfico de la suma a derecha.

> **S2:=rightsum(f(x),x=0..4,4); evalf(S2);**

> **rightbox(f(x), x=0..4, 'shading'=blue,color= black);**

Cálculo, evaluación y gráfico de la suma aplicando la regla del punto medio.

> **S3:=middlesum(f(x),x=0..4,4); evalf(S3);**

> **middlebox(f(x),x=0..4,,color= black);**

Tabla 2

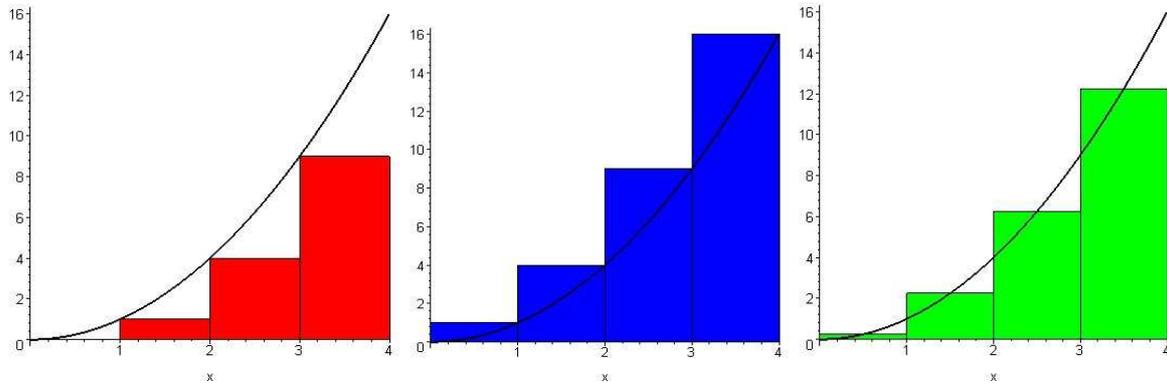


Fig. 5: Sumas a izquierda, a derecha y regla del punto medio.

En la actividad 2 se diseña un procedimiento repetitivo que permite encontrar el valor numérico de las sumas asociadas a distintas particiones del intervalo. Se construye una tabla con los datos obtenidos y se analizan, para responder la pregunta siguiente: ¿cuál es el valor que aproxima al área bajo la curva? A continuación se diseña un procedimiento para realizar una tabla que hará más simple el análisis de los datos.

Código de Maple para la actividad 2

```
> for i from 1 to 5 do j:=1000*i :
  S1[j]:=evalf(leftsum(f(x), x=0..4, j)):
  S2[j]:=evalf(rightsum(f(x), x=0..4, j)):
  S3[j]:=evalf(middlesum(f(x), x=0..4, j)):
  E[i]:=S2[i] -S1[i]:
  fila[i]:=j,S1[i],S2[i],S3[i],E[i]:end do:
>tabla:=array([fila[1],fila[2],fila[3],fila[4],fila[5]]);
```

Tabla 3

<i>tabla</i> :=	1000	21.30134400	21.36534400	21.33332800	0.06400000
	2000	21.31733600	21.34933600	21.33333200	0.03200000
	3000	21.32266785	21.34400118	21.33333274	0.02133333
	4000	21.32533400	21.34133400	21.33333300	0.01600000
	5000	21.32693376	21.33973376	21.33333312	0.01280000

Tabla 4

Los alumnos pueden observar en la tabla 4 que a medida que va creciendo el número de subdivisiones del intervalo, la cota del error va disminuyendo y los valores de las distintas sumas se aproximan al mismo valor.



En la actividad 3 se propone usar una sentencia de Maple para animar con un número grande de subdivisiones del intervalo (Tabla 5), la visualización de la sucesión de las áreas de los rectángulos, la cual se aproxima al área bajo la curva y ayuda a los alumnos a formalizar el concepto de integral definida (Figura 6).

Código de Maple para la actividad 3

```
>restart;  
>with(Student[Calculus1]):  
>ApproximateInt(x^2,x=0..4,method=midpoint, output=animation);
```

Tabla 5

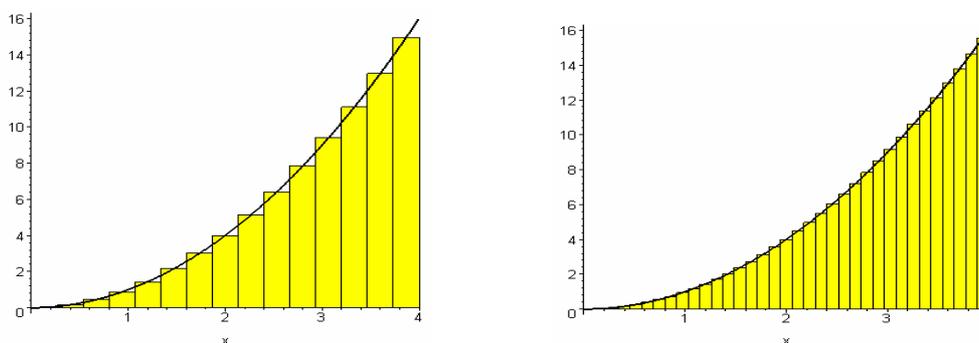


Fig. 6: Graficas obtenidas en la actividad 3

En la actividad 4 se les propone repetir las actividades 1 y 2 para otras dos funciones, una que es monótona decreciente y otra que no. El objetivo es que los alumnos relacionen y comparen estos resultados con los obtenidos previamente, haciéndoles notar que la relación de desigualdad entre las sumas S_1 , S_2 y S_3 en este caso es otra.

La realización de este taller pretende disparar el estudio de otros métodos numéricos para el cálculo aproximado de integrales definidas usando sumas de áreas de otras figuras como por ejemplo el Método de los Trapecios y el error cometido en dicha aproximación.

4. Actividades

Las Actividades fueron concebidas para que el alumno disponga de las instrucciones en Maple necesarias para resolver y/o verificar ejercicios de cálculo propuestos en las Guías como son: cálculo de integrales en una y varias variables, integrales de línea, integrales de superficie, integrales impropias y resolución de ecuaciones diferenciales, como así también las sentencias para la grafica de superficies y curvas.

Ejemplo de una de las Actividades

Una de las actividades del CD-ROM corresponde al tema: “Ecuaciones Diferenciales”. Esta actividad tiene por objetivo que el alumno visualice campos de direcciones, encuentre la solución general de una ecuación diferencial ordinaria de



primer orden, y dadas distintas condiciones iniciales encuentre y grafique las soluciones halladas.

Supongamos que tenemos una ecuación diferencial del tipo $y' = f(x,y)$. Esta ecuación muestra que la pendiente de la tangente a la curva solución en el punto (x,y) es $f(x,y)$. Si trazamos segmentos rectilíneos cortos con pendiente $f(x,y)$ en varios puntos (x,y) , a ese conjunto de segmentos se le llama “campo direccional” o “campo de pendientes”. Cada segmento rectilíneo tiene la misma pendiente que la curva solución en (x,y) y, por tanto, es tangente a la curva en ese punto. Recordemos que en un entorno de (x,y) , si existe la derivada, la tangente aproxima bien a la curva. Cuantos más segmentos trace, más clara se vuelven las imágenes de las curvas solución.

Es importante notar que realizar con papel y lápiz el campo de direcciones de una ecuación diferencial es un proceso tedioso, de ahí la importancia de utilizar en este caso un software matemático. Usando Maple los alumnos pueden visualizar rápidamente el campo de direcciones para una ecuación dada y varias curvas de la familia de soluciones halladas induciendo la noción física de líneas de flujo (Figura 7).

Para resolver la ecuación, y hallar la solución general se usa el comando dsolve:

```
solp:=dsolve({D(y)(x) = x+y(x)}, y(x));
```

```
solp := {y(x) = -x-1+exp(x)*_C1}
```

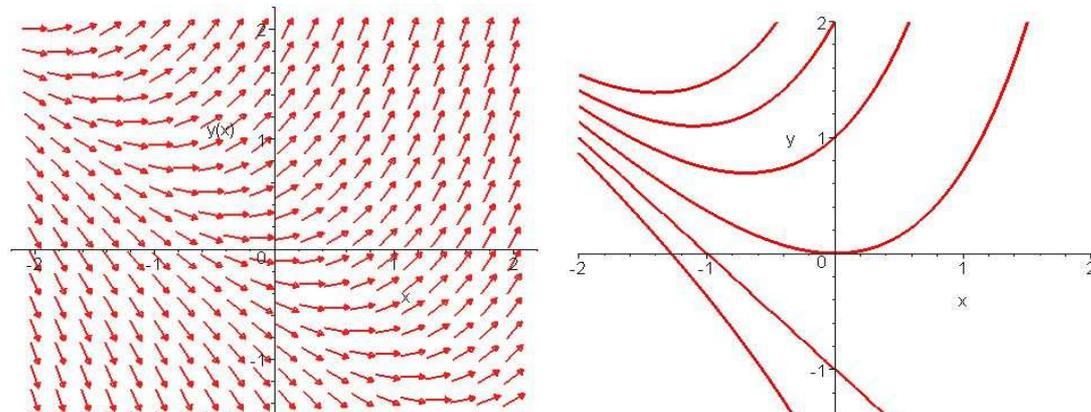


Fig. 7: Campo de direcciones y familia de soluciones de la ecuación $y'(x)=x+y$

5. Opinión de los alumnos sobre el material

Se consultó mediante una encuesta a los alumnos de un curso en el que se motivó el uso del material. Se les preguntó sobre la utilización previa del software, la realización de las Actividades y Talleres del CD-ROM y la experiencia de trabajo con los mismos. La encuesta constaba básicamente de las siguientes preguntas:



Preguntas	Resultados
¿Utilizó Maple con anterioridad a esta asignatura?	SI el 52%
¿Realizó los talleres?	SI el 91%
Sobre el total de alumnos que respondieron SI en la pregunta anterior:	
¿Le agradó realizar las actividades del CD-ROM?	SI el 77%
¿Cómo calificaría el material presentado?	Muy bueno: 32 % Bueno: 65 % Regular: 3 % Malo: 0 %
¿Usó los Talleres para verificar resultados de ejercicios?	SI el 51%
¿Los Talleres lo ayudaron a comprender y visualizar mejor los temas?	SI el 90%

6. Conclusiones y tareas pendientes

Creemos que es necesario adecuar la enseñanza de la matemática a los nuevos tiempos a través de la utilización de materiales digitales en las propuestas educativas, siempre que el recurso didáctico tenga el fin de ser un medio para mejorar el aprendizaje. Para ello, hay que encontrar un adecuado equilibrio entre el manejo conceptual de los temas, el uso de nuevas tecnologías y la metodología de enseñanza. Según G. Kaplún, “*un material educativo no es solamente un objeto (texto, multimedia, audio visual u otro) que proporciona información sino que, en un contexto determinado, facilita o apoya el desarrollo de una experiencia de aprendizaje*”.

Trabajar en el aula con materiales distintos a los tradicionales, motiva el interés de los alumnos y estimula la actividad intelectual, dado que el proceso por el cual las personas construyen representaciones mentales es beneficiado si se le presentan imágenes que puedan interpretar, manipular, experimentar y extraer conclusiones de las mismas. Además, la incorporación de tecnología en el aula, favorece la participación activa de los estudiantes, la reflexión crítica, el trabajo grupal, la interacción con los docentes, en definitiva, redundando en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Queda aún pendiente definir indicadores que permitan evaluar y validar el material presentado por parte de alumnos de otros cursos, como de otros profesores de la cátedra. También hacer una evaluación cuantitativa del mejoramiento del proceso de aprendizaje a partir del uso del medio presentado.

Bibliografía

- Acosta P., Vacchino M.C., Gómez V (2007). *Guías teórico-prácticas de Matemática, CEILP.*
- Area Moreira M. (2009): *Manual electrónico. Introducción a la Tecnología Educativa.* Universidad de La Laguna.



- Barbera E., Badía A. (2005). *Hacia el Aula Virtual: actividades de enseñanza y aprendizaje en la Red*. Revista Iberoamericana de Educación. Publicaciones. OEI. 36/9.
- Bou Bouzá G. (1997). *El guión multimedia*. Editorial Grupo Anaya. Madrid. España.
- Cabero J. (2001). *Tecnología educativa, Diseño y utilización de medios en la enseñanza*. Ed. Paidós.
- Carrión Miranda V. (1999) . *Álgebra de funciones mediante el proceso de visualización*, Depto. de Matemática Educativa, CINVESTAV, México.
- Costa V.A. , Di Domenicantonio R.M. (2006). *Visualización de campos vectoriales usando Maple 8*. Experiencias Docentes en Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. Volumen I, 357-364.
- Ferrer D. (2007). *Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas*. Revista Iberoamericana de Educación, n.º 42/4.
- Kaplún G. (2004). *Contenidos, itinerarios y juegos. Tres ejes para el análisis y la producción de materiales educativos*. Revista Nodos. La Plata, Universidad Nacional de la Plata. n. 3. También en Comunicação & Educação. São Paulo, USP. n. 27.
- Marques Graells P. (1991) *Ficha de evaluación y clasificación de software educativo*. Novática, n 90, Vol XVII, p. 29-32.
- Zimmermann W., Cunninham S. (1991). *Visualization in Teaching and Learning Mathematics*, citado por CARRIÓN MIRANDA, Vicente (1999): Álgebra de funciones mediante el proceso de visualización, Dpto. de Matemática Educativa, CINVESTAV, México.

Viviana A. Costa. Licenciada en Matemática. Magíster en Simulación Numérica y Control de la Universidad de Buenos Aires. Líneas de Investigación: "Análisis y control de dinámicas no lineales con aplicaciones en algunos problemas de ingeniería" y "Nuevas tecnologías, competencias profesionales y educación científica. Estrategias didácticas para su articulación". Coordinadora de la Unidad de Investigación y Desarrollo IMAPEC, "Investigación en metodologías alternativas para la enseñanza de las ciencias". Facultad de Ingeniería, UNLP. Profesor Adjunto Ordinario. vacosta@ing.unlp.edu.ar.

Rossana M Di Domenicantonio Calculista Científico y alumna del Magíster en Nuevas tecnologías Aplicadas a Educación, UNLP. Líneas de investigación: "Nuevas tecnologías, competencias profesionales y educación científica. Estrategias didácticas para su articulación". Integrante de la UID Imapec. Facultad de Ingeniería, UNLP. Jefe de Trabajos Prácticos Ordinario. rossanadido@ing.unlp.edu.ar

Vacchino, María Cristina Licenciada en Matemática. Profesora en Filosofía y Pedagogía. Especialista en Tecnología Informática Aplicada a la Educación. Líneas de investigación: "Optimización No-Lineal" y "Las innovaciones en la enseñanza de las Ciencias Básicas en las carreras de Ingeniería: impacto en la práctica educativa en los primeros años". Integrante de la UID: Grupo de trabajo interdisciplinario para el desarrollo de innovaciones educativas

