

# Tecnología de la Información aplicada a la Enseñanza del Cálculo Numérico

**Distéfano, Mario<sup>(1)</sup>**  
**Scalice, Alejandro<sup>(2)</sup>**  
**Brizuela, Héctor<sup>(3)</sup>**

## RESUMEN

En este trabajo se presenta una experiencia innovadora de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Cálculo Numérico y Computación, implementando algoritmos numéricos en una planilla de cálculo corriente, normalmente utilizada en resolver problemas administrativos y de gestión.

Se considera que el conocimiento profundo de los métodos numéricos se puede lograr satisfactoriamente con la programación y procesamiento de los mismos en una computadora, alcanzando un alto grado de comprensión de los conocimientos impartidos en un curso de cálculo numérico.

Este trabajo se presenta como una alternativa frente a la utilización de lenguajes de programación como Fortran o C, los que distraen al alumno en un aprendizaje que lleva más tiempo que el estudio de los algoritmos numéricos. La utilización de software para matemáticas como Derive, Mathcad, Matlab o Mathematica si bien constituyen la herramienta ideal en la actividad profesional, no permiten analizar y/o modificar los algoritmos por haber sido pre-programados por las firmas proveedoras.

Finalmente se establecen una serie de conclusiones como resultado de la experiencia realizada.

## SUMMARY

In this work it is presented a new teaching-learning experience in the Numerical Calculus and Computing Subject putting into practice numerical algorithms on a sheet of ordinary calculation which is generally used for solving administrative and negotiation problems.

It is taken into account that the through knowledge of numerical methods can be satisfactorily achieved programming and processing them in a computer, and in this manner you may catch a good comprehension of the subjects developed in a course of Numerical Calculation.

This work is presented as an alternative method in the using of programming languages as Fortran o C, which take the students a longer time to learn than that of numeral algorithms. Although the use of a software for mathematics like Derive, Mathcad, Matlab o Mathematica are the ideal tool in the professional activity, they do not permit analyzing and/or modifying the algorithms just because they have been programmed by the suppliers.

Finally it is established a series of conclusions as a result of the developed experience.

- 
1. Profesor Titular de Cálculo Numérico y Computación. Fac. Ing. - Univ. Nac. de Cuyo.
  2. Profesor Adjunto de Cálculo Numérico y Computación. Fac. Ing.- Univ. Nac. de Cuyo.
  3. JTP de Cálculo Numérico y Computación. Fac. Ing. - Univ. Nac. de Cuyo.

## PLANTEO DEL PROBLEMA

Existe escasa motivación del alumno para estudiar y analizar en profundidad el funcionamiento de los algoritmos numéricos.

Se considera que el conocimiento profundo del funcionamiento de los algoritmos, se puede lograr satisfactoriamente con la programación, implementación, experimentación y aplicación de los mismos, como forma de verificar y adquirir el dominio de los conocimientos adquiridos en un curso de cálculo numérico.

El empleo de lenguajes de programación, dificulta la enseñanza de los distintos algoritmos debido a que el alumno distrae más tiempo en el aprendizaje del lenguaje en sí, que en el de los algoritmos.

Los utilitarios matemáticos, si bien constituyen la herramienta ideal en la actividad profesional, deben utilizarse una vez que se han comprendido acabadamente cómo funcionan los algoritmos, ya que dejan poco margen para el análisis y modificación de los mismos al haber sido pre-programados por las firmas proveedoras.

## MARCO TEÓRICO

Se puede utilizar la informática en la educación de distintas maneras; en forma general podemos indicar:

- a. Ejecución de tutoriales, es decir, programas que llevan al alumno a través de una serie de etapas preestablecidas, mostrándole los pasos necesarios para resolver un determinado problema.
- b. Enseñanza de un lenguaje de programación, que permita al alumno resolver muchos tipos de problemas.
- c. Enseñanza con distintos utilitarios de propósito general (procesador de textos, planillas de cálculo, bases de datos, etc.).
- d. Enseñanza con software de aplicación específica (Derive, Mathcad, Matlab, Mathematica, etc.).

## PROPUESTA

Se optó por recurrir a una herramienta informática de propósito general, como la planilla de cálculo, al alcance de cualquier alumno e institución educativa, que facilite el estudio en profundidad de los distintos algoritmos numéricos, permitiendo al alumno participar en la programación de los mismos, frente a las alternativas analizadas.

- \* Un tutorial
- \* Un software específico
- \* Un lenguaje tradicional de programación.

## OBJETIVOS:

- \* Profundizar el conocimiento de los algoritmos de Cálculo Numérico por medio de la programación de los mismos.
- \* Utilizar herramientas informáticas de propósito general y de uso corriente.

## ESTRATEGIA

Motivar al alumno para el estudio y elaboración de un conjunto de rutinas de cálculo numérico, con una actitud participativa en la construcción de su propio utilitario informático.

Desarrollar el trabajo en forma participativa, en grupos de tres (3) alumnos, evitando un trabajo in-

dividual, carente de discusión.

El profesor participa y orienta en la interpretación y aplicación de los métodos numéricos.

El alumno debe tener la convicción de que está trabajando en algo útil para su capacitación, elaborando su propio recurso informático.

El desarrollo de la materia está distribuido en catorce (14) clases teórico-prácticas.

Al final del curso el alumno ha:

- i. Construido su propia herramienta informática
- ii. Dominado la planilla de cálculo
- iii. Profundizado el funcionamiento de los algoritmos numéricos.

No hay un propósito de que el utilitario obtenido reemplace el uso de otros software especializados (Mathcad, Matlab, etc.) de aplicación.

## **METODOLOGÍA EMPLEADA**

Primera clase: presentación de la planilla de cálculo, descripción de sus herramientas básicas: tipos de datos, operadores, referencia a celdas, uso del asistente de funciones, creación de gráficos.

Duración: 4 horas.

Recursos: Data Display en Laboratorio de Computación.

El resto de las clases se dividen en dos tipos:

a) En el 80% se desarrolla previamente el marco teórico de un método numérico, efectuando una resolución manual de un ejercicio, como tarea comprensiva del algoritmo. Luego se realiza la programación con planilla de cálculo, suministrando las herramientas adicionales necesarias en cada caso, por ejemplo: estructura condicional, operadores lógicos, manejo de matrices (operaciones e inversión), identificación de celdas, etc.

Duración de Clases: 6 horas cátedra.

Recursos. Pizarrón, papel y lápiz, Data Display en Laboratorio de Computación.

b) El 20% restante se utiliza para resolución de problemas, utilizando los distintos software específicos, como Mathcad, Derive, Matlab y Mathematica, para que con los conocimientos afianzados de los distintos métodos numéricos, el alumno pueda decidir libremente sobre la herramienta a adoptar en el futuro.

## **RESULTADOS**

\* El alumno se motiva con el estudio de los métodos numéricos.

\* El alumno genera una serie de recursos informáticos programados y depurados por él mismo, en contraposición con los utilitarios específicos que resuelven el mismo problema, pero prescindiendo del análisis constructivo del algoritmo.

\* La experiencia demuestra que los recursos que él ha generado, continúa utilizándolos en cursos posteriores.

\* Participa en la construcción informática del método, con todas las ventajas del aprendizaje basado en el hacer y que ello implica el conocimiento profundo del método teórico.

\* El alumno verifica por sí mismo la sensibilidad de la solución, con distintas cotas de error, intervalos de aproximación, intervalos de integración, etc., tomando conciencia de la importancia de investigar, experimentar e interpretar los resultados. Además de posibilitar la generación de soluciones y presentaciones alternativas.

\* El alumno incrementa su capacidad para realizar nuevas aplicaciones de la planilla de cálculo aprendiéndola a medida que se aumenta la complejidad de los algoritmos planteados en el desarrollo de la materia.

## CONCLUSIONES

\* Actitud positiva e interés del alumno hacia los métodos numéricos, utilizando una herramienta informática de amplia difusión como es una planilla de cálculo.

\* Entusiasmo del alumno por un trabajo participativo elaborando un esquema de operaciones.

\* Los alumnos no presentan objeciones en realizar tareas extras fuera del horario normal de clases en el Laboratorio de Computación.

\* La aplicación de esta metodología durante dos (2) años ha producido un resultado positivo con la reducción de alumnos aplazados.

## APLICACIONES.

Se acompaña un ejemplo de aplicación realizado por alumnos de segundo año de la materia Cálculo Numérico, donde se indican los resultados obtenidos y la programación correspondiente.

### RAÍCES DE ECUACIONES

Método de Newton-Raphson

Utilizando Mathcad para Windows

Ecuación a resolver:  $f(x) = x^2 - 9$

Valor de Prueba:  $x = 4$

Utilizando el Operador "root". Este operador requiere de dos argumentos:

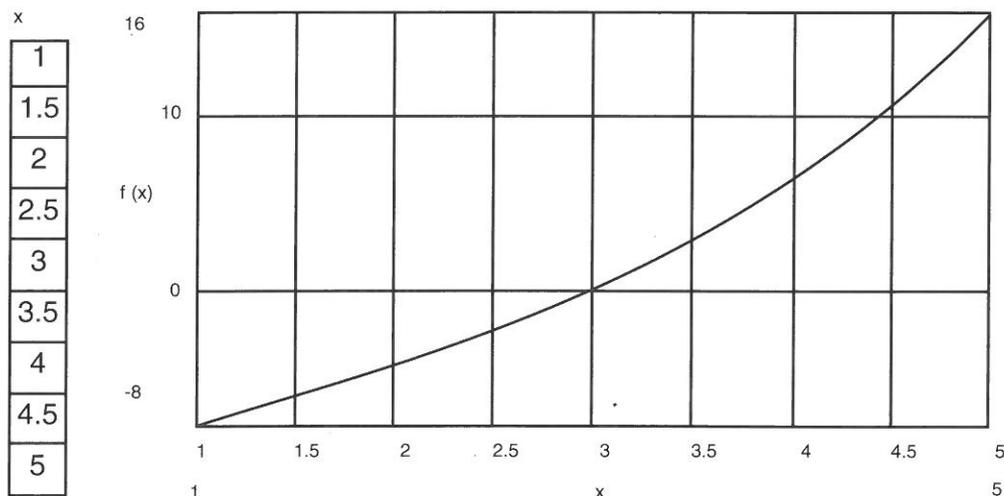
- La función a calcular:  $f(x)$
- La variable independiente, que constituye el valor de prueba:  $x$

Mathcad, entrega la raíz de la ecuación en forma inmediata

$$\mathbf{Root(f(x),x) = 3}$$

Se puede graficar asignando valores a la variable  $x$

$$\mathbf{X = 1,1.5..5}$$



## RAÍCES DE ECUACIONES

Método de Newton-Raphson

Utilizando Planilla de Cálculo

Ecuación a resolver:  $f(x) = x^2 - 9$

error = **0.001**

1<sup>ra</sup>. Derivada:  $f'(x) = 2x$

Valor Inicial:  $x = 4$

2<sup>da</sup>. Derivada:  $f''(x) = 2x$

$f(x) * f''(x) = 14$

	A	B	D	C	E
1	Función y =	$x^2-9$		error =	0,001
2	1° Derivada y' =	$2*x$		valor inicial =	4
3	2° Derivada y'' =	2		$y*y''$ =	14
4					
5	Iteración	x	y(x)	Y'(x)	Encontrada?
6	0	4	7	8	
7	1	3,125	0,765625	6,25	NO
8	2	3,0025	0,01500625	6,005	NO
9	3	3,00000104	6,2448E-06	6,00000208	NO
10	4	3	1,0818E-12	6	SI

	A	B	C	D	E
1	Función y =	$x^2-9$		error =	0,001
2	1° Derivada y' =	$2*x$		valor inicial =	4
3	2° Derivada y'' =	2		$y*y''$ =	$=(E2^2-9)*B3$
4					
5	Iteración	x	y(x)	Y'(x)	Encontrada?
6	0	$=E2$	$=B6^2-9$	$=2*B6$	
7	$=A6+1$	$=B6-(C6/D6)$	$=B7^2-9$	$=2*B7$	$=SI(ABS(B6-B7)<=$E$1;"SI";"NO")$
8	$=A7+1$	$=B7-(C7/D7)$	$=B8^2-9$	$=2*B8$	$=SI(ABS(B7-B8)<=$E$1;"SI";"NO")$
9	$=A8+1$	$=B8-(C8/D8)$	$=B9^2-9$	$=2*B9$	$=SI(ABS(B8-B9)<=$E$1;"SI";"NO")$
10	$=A9+1$	$=B9-(C9/D9)$	$=B10^2-9$	$=2*B10$	$=SI(ABS(B9-B10)<=$E$1;"SI";"NO")$