



## Diversificación de los contenidos de los cursos de programación en las carreras de ciencias y de ingeniería

Ramón Sebastián Salat Figols  
Escuela Superior de Física y Matemáticas  
[rsalat@esfm.ipn.mx](mailto:rsalat@esfm.ipn.mx)

### Eje temático: Ciencia, tecnología y sociedad y su vínculo con los procesos educativos

#### Resumen

*En el presente trabajo se presentan los resultados al diversificar el contenido de dos cursos de programación en C, agregándoles una herramienta para realizar cálculo simbólico y numérico. El objetivo es detectar si al final del curso, los alumnos son capaces de seleccionar y usar la herramienta apropiada frente al problema que se le plantee. Solamente una pequeña parte de los estudiantes no seleccionaron la herramienta apropiada, dando lugar a un menor desempeño en este grupo.*

**Palabras clave:** herramienta computacional, programación, solución de problemas, sistema de álgebra computacional (CAS).

Usualmente los cursos de programación de computadoras en las carreras de ingeniería y de ciencias están orientados al aprendizaje de un lenguaje de programación, tal como C, fortran, pascal o java. Y no consideran la problemática en un sentido más amplio. Para realizar cálculos para resolver problemas en ciencias e ingeniería, existen diferentes herramientas; estas herramientas son más o menos apropiadas al caso de que se trate. Por ejemplo, para construir gráficas para uso científico, existe gnuplot; para elaborar programas que utilicen operaciones con matrices pueden ser apropiadas herramientas como xcas y reduce; éste último, puede realizar una gran variedad de operaciones de cálculo simbólico (Melenk, 1999). Los programas de cálculo simbólico no deben utilizarse sin una revisión analítica de los resultados, porque en algunos casos particulares cometen errores (Fateman, 1999).

Por otro lado, las herramientas varían constantemente. Es decir, frecuentemente aparecen nuevas o se modifican las existentes. Por tal motivo, es necesario que el alumno sea capaz de aprender el uso de herramientas nuevas por sí mismo, lo cual debe contemplarse en la forma en la que se imparta el curso.

En (Artigue, 2011), podemos encontrar una importante descripción acerca de la historia de la relación entre educación en Matemáticas y tecnología; desde sus inicios con la incorporación de la programación, hasta la instrumentación, pasando por el uso de los CAS (computer algebra systems). Actualmente, en muchas escuelas de nivel superior y en particular, en la Escuela Superior de Física y Matemáticas, los cursos de programación tienen el sentido de dar al



estudiante una herramienta para calcular, en el contexto de aplicar la teoría a problemas específicos, y no como un recurso para aprender Matemáticas y Física; sin embargo, empieza a haber profesores que en forma aislada comienzan a usar herramientas de Cálculo en el contexto de los cursos para procurar que los alumnos exploren conceptos matemáticos.

En este trabajo se reportan los resultados obtenidos al impartir dos cursos de programación de computadoras en las carreras de Licenciatura en Física y Matemáticas y de Ingeniería matemática que se imparten en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

### **Objetivo**

El objetivo del trabajo es el de obtener evidencia experimental acerca de que si en un curso de programación se diversifican las herramientas que se proponen a los estudiantes, procurando que ellos investiguen por su cuenta con el apoyo del profesor, los estudiantes logran un mejor desempeño en la solución de problemas y que son capaces de escoger la herramienta más eficaz en cada caso.

### **Preguntas de investigación**

Si en un curso de programación se propone a los estudiantes investigar acerca de herramientas alternativas que les permitan mejorar su desempeño en los exámenes, ¿serán capaces los estudiantes de usar dicha herramienta para lograr un mejor desempeño en la solución de problemas en los exámenes? Y, ¿podrán seleccionar la herramienta que permita resolver de manera más eficiente un problema?

### **Estrategia de investigación**

La idea es impartir el curso de programación en C como se hace usualmente, pero agregando una invitación al alumno para que investigue por su cuenta la potencialidad de una herramienta de cálculo simbólico, ayudándoles solamente respondiendo sus preguntas y orientándolos. Para proporcionarles una motivación, en los exámenes y en las tareas se incluían problemas que pueden resolverse utilizando programas en C, pero que se resuelven con mucha más facilidad usando una herramienta de cálculo simbólico.





## Descripción de los cursos

Los programas de las materias de programación de la carrera de Ingeniería Matemática y de programación I de la carrera de la Licenciatura en Física y Matemáticas constan de un curso introductorio de lenguaje C. Como parte del proyecto, a estos cursos se les agregó una introducción a reduce, para que los alumnos tuvieran una herramienta para realizar cálculo simbólico y facilidades para realizar operaciones con matrices. El programa reduce puede resolver ecuaciones en forma simbólica y numérica, puede calcular derivadas e integrales, realizar operaciones con matrices simbólicas y crear gráficas usando gnuplot.

## Metodología

Se impartieron dos cursos de programación en C a dos grupos de las carreras de Licenciatura en Física y Matemáticas (en el tercer semestre) y de la carrera de Ingeniería Matemática (en el segundo semestre). En la Licenciatura en Física y Matemáticas, el curso de programación I es el primer curso relacionado con computadoras. En la carrera de Ingeniería Matemática se tiene en el primer semestre un curso de Informática Básica, donde se ve aunque de manera muy somera algún programa para cálculo numérico y simbólico.

Durante la primera semana, en ambos cursos se les dio a los alumnos una lista de ejercicios

1. Encontrar el ángulo de un segmento circular de área 30 en un círculo de radio 10.

2. Calcular  $\int \frac{1}{\sqrt{x^2 - 5x + 6}} dx$

3. Calcular  $\int_2^3 \frac{\text{sen}(x)}{x} dx$

Obtenga la solución por el método que usted conozca o descubra.

El comentario al final, tiene por objetivo permitir que por ejemplo, el problema 2 pudiera resolverlo usando un programa de cálculo simbólico. El problema 1 requiere resolver una ecuación trascendente numéricamente; esto es, después de plantear una solución apropiada.

A la segunda semana se dio la indicación a los alumnos de que buscaran la página del programa REDUCE, leyeran los términos de la licencia de uso y que si estaban de acuerdo lo descargarán junto con el manual y que lo empezaran a usar, al mismo tiempo se les dio una introducción muy rápida y breve acerca de la operación del programa.

En la cuarta semana se les dejó la siguiente tarea:



1. Resolver la ecuación  $x^4 + 2x^3 - 13x^2 - 14x + 24 = 0$ .
2. Resolver la ecuación  $2 \cos(x) + 5 \operatorname{sen}(x) = 2$ .
3. Calcular  $\lim_{n \rightarrow \infty} c^n$  donde  $c = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.6 \\ 0.8 & 0.4 \end{pmatrix}$ .

El uso de REDUCE u otro programa de cálculo simbólico simplifica la solución de estos problemas.

A la octava semana, se les dio una explicación un poco más extensa acerca de reduce, con una duración de 45 minutos.

En un examen al final de los cursos se les pidió que calcularan  $c^{10}$  donde  $c$  era una matriz cuadrada de tres filas por tres columnas y que calcularan  $A^{-1}BA^T$  donde  $A$  y  $B$  eran matrices cuadradas de orden tres. Y se les dieron las opciones de resolverlo en C o en REDUCE; con éste último es mucho más rápido y sencillo. La idea en este examen era ver si escogían la herramienta más apropiada.

## Resultados

### a) Primer lista de problemas.

Respecto al primer problema, de los 11 alumnos que lo intentaron, solamente dos obtuvieron la solución, pero los argumentos que dan no son suficientes para saber si usaron algún programa o no para resolver la ecuación. En el segundo problema, tres alumnos lo resolvieron algebraicamente bien; los demás, no lo resolvieron. Respecto al tercer problema, solamente un alumno lo resolvió, utilizando la regla de Simpson. Solamente un alumno utilizó un programa de cálculo simbólico.

### b) Segunda lista de problemas.

De los 22 alumnos que entregaron la tarea, todos ellos la resolvieron usando REDUCE y supieron que comandos usar. En el problema 3, de los 22 alumnos, solamente 6, obtuvieron el resultado con cifras decimales; los demás, lo obtuvieron en forma de fracción, siendo imposible apreciar el valor del límite. Esto es, porque no conocían el comando "on rounded". Es decir, 16 de los 22 alumnos, no habían estudiado con más detalle a REDUCE.

### c) Del examen.

En el grupo de la carrera de Ingeniería Matemática, 17 de los 24 (70 %) alumnos que presentaron el examen, usaron REDUCE para resolverlo y lograron resolver correctamente los dos problemas; los 7 que no lo usaron, solamente pudieron resolver el primer problema. En el grupo de la carrera de Licenciatura en Física y Matemáticas, de los 18 alumnos que presentaron





el examen, 10 (55 %) usaron REDUCE y lograron resolver correctamente los dos problemas; los 8 que usaron C, solamente pudieron resolver el primer problema. Hay que mencionar que el primer problema no era demasiado difícil para resolver usando C, pero el segundo, era bastante difícil para ellos.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en la primer tarea dan cuenta de que al llegar al curso los estudiantes no podían utilizar un programa para realizar cálculo numérico o simbólico ni aún para resolver problemas inmediatos. En la segunda lista de ejercicios, algunos estudiantes mostraron que habían buscado y trabajado con el programa reduce, esto es, procurando que ellos aprendieran a usar el programa por sí mismos. Durante el examen de los dos problemas, el 50 % de los alumnos del grupo de la Licenciatura en Física y Matemáticas y el 70 % de los alumnos de la carrera de Ingeniería Matemática, mostraron conocer el programa y ser capaces de usarlo para resolver eficientemente los problemas planteados; de hecho, los que usaron reduce para resolver los problemas, lograron resolverlos en un tiempo entre diez y veinte minutos, mientras que los que usaron C, tardaron entre 60 y 90 minutos.

Así, se logró que muchos estudiantes, además de aprender a programar en C, aprendieran otra herramienta que les permitiría resolver con mayor eficiencia cierto tipo de problemas.

Con esta experiencia previa, se diseñará y realizará una experiencia más precisa durante el semestre de agosto-diciembre de este año.

## Referencias

- Artigue, M. (2011). *Tecnología y Enseñanza de las Matemáticas*. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Año 6. Número 8. pp. 13-33. Costa Rica.
- Fateman, R. (1996). Why Computer Algebra Systems Can't Solve Simple Equations. Obtenido el 5 de junio de 2011 de [www.cs.berkeley.edu/~fateman/algebra.html](http://www.cs.berkeley.edu/~fateman/algebra.html).
- Melenk, H. (1999). Reduce Symbolic Mode Primer. Obtenido el 5 de junio de 2011 de <http://www.reduce-algebra.com/documentation.htm>.