

¿Debe el maestro de matemáticas enseñar computación?

1 INTRODUCCIÓN

La presencia cada vez más difundida de las computadoras personales en las escuelas, ha hecho que surjan presiones de autoridades escolares y de padres de familia para que los alumnos de todos los niveles tomen cursos de computación. Ante esto, la solución en muchas escuelas ha sido designar a uno de los maestros, generalmente el de matemáticas, para que se haga cargo de estos cursos. Los cursos de computación son adicionales al uso que pueda hacerse de la computadora como un medio para enseñar o aprender matemáticas. En el presente trabajo no se trata de discutir el uso de la computadora para enseñar matemáticas, lo cual ya ha sido tratado en otros lados (Flores Peñafiel, 1986), sino de discutir si es conveniente que sea el maestro de matemáticas quien se haga cargo de los cursos de computación.

Hasta cierto punto es natural que se piense en el maestro de matemáticas como la persona más adecuada dentro de la escuela para enseñar computación. El maestro de matemáticas está acostumbrado a usar lenguajes simbólicos y formales, como se usan en computación. Además hay un paralelismo entre el pensamiento nece-

sario para formar, probar, corregir y refinar un programa de computación y varios aspectos del pensamiento matemático. Hatfield (1982) menciona que los aspectos que pueden ser mejorados por medio de la programación son analizar, simplificar, particularizar, generalizar, conjeturar, justificar, y estructurar. Sin embargo, para que los alumnos transfieran habilidades de pensamiento de un campo como la programación, al de las matemáticas se requiere en general que alcancen un nivel de programación avanzado y sofisticado, y se necesita hacer énfasis explícito en desarrollar habilidades para resolver problemas, cosa que en general no se hace en los cursos que se imparten en las escuelas (Flores Peñafiel, 1987).

Sin embargo, el hecho de que el maestro de matemáticas imparta el curso de computación tiene dos grandes inconvenientes, uno referente a la enseñanza de las matemáticas y otro relacionado con la enseñanza de la computación.

Alfinio Flores Peñafiel
Centro de Investigación en
Matemáticas

En lo que respecta a la enseñanza de las matemáticas, se está utilizando a un profesor de la materia para dar una asignatura diferente. Así, profesores capacitados para impartir matemáticas se retiran de esa actividad. Dada la escasez de profesores de matemáticas, es difícil sustituirlos. Y como además muchas veces se da la clase de computación a la misma hora de la clase de matemáticas, se quita también tiempo del que los alumnos dedican a aprender esta materia. Es decir, la enseñanza de la computación desplaza a la enseñanza de las matemáticas.

Con respecto a la enseñanza de la computación en sí, el que sea el maestro de matemáticas quien se haga cargo de la clase, puede ser también inconveniente.

La gran mayoría de las veces, el profesor de matemáticas no ha recibido una formación amplia y profunda en computación. En muchas ocasiones cuando se hace cargo del curso de computación, se limita a enseñar algunos elementos de un lenguaje de programación, que frecuentemente él mismo ha aprendido en forma autodidacta. Incluso en muchos de los casos, este curso se limita a enseñar algunos comandos, a codificar algunas instrucciones. Y a este curso de codificación en un lenguaje como BASIC, se le da el nombre de computación, y los alumnos salen creyendo que saben computación. Identificar un curso así de limitado, con el área de computación es distorsionar tanto las cosas como si en un curso de matemáticas no se vieran axiomas, teoremas, definiciones, demostraciones, teorías, fórmulas, métodos, y no se resolvieran problemas.

La computadora es una herramienta poderosa que permite a quien la usa extender su capacidad para adquirir, analizar, procesar, sintetizar e interpretar información, así como expresarse en muchos campos. La computadora no es, como muchos piensan, sólo una máquina capaz de hacer cálculos numéricos con una velocidad extraordinaria.

En términos prácticos, la gente adquiere dominio de la computadora a través de la habilidad para usar programas de pro-

pósito general escritos por otros (como procesadores de textos, programas de bases de datos), a través de escribir sus propios programas, y a través de la modificación y uso de programas escritos por otros. Las habilidades que se aprenden fuera de los cursos comunes de programación son el uso de paquetes de aplicación, por ejemplo, procesadores de textos, bases de datos, hojas electrónicas.

La gente también debe adquirir la experiencia suficiente para seleccionar el equipo y los paquetes de programas apropiados para la tarea específica en la que va a utilizar la computadora.

A continuación se da un bosquejo de los aspectos que debe cubrir la enseñanza de la computación en las escuelas, basado en los objetivos fijados por la organización que evalúa a los alumnos en cada área de conocimiento en Estados Unidos (National Assessment of Educational Progress).

2 CATEGORÍAS PRINCIPALES DE OBJETIVOS EN COMPUTO

Los objetivos para una formación en computación se pueden dividir en tres categorías:

Aplicaciones de la computadora **Programación** **Conocimiento y actitudes con respecto a las computadoras**

Cada una de estas categorías de objetivos se puede subdividir a su vez en varias áreas de contenidos.

2.1 Objetivos para las aplicaciones de la computadora

Aquí se da una somera descripción de algunas aplicaciones de la computadora y los objetivos que el alumno debe alcanzar en cada una de ellas.

Procesadores de texto

Los procesadores de texto incluyen sistemas para crear y manejar textos. Estos

sistemas permiten al usuario corregir un texto, ampliarlo, reordenarlo. Pueden insertar, copiar de manera sencilla, sin tener que volver a teclearlo. Bien utilizados y con una orientación adecuada, los procesadores de textos pueden ayudar a los alumnos a mejorar sus habilidades para expresar por escrito sus ideas en forma clara, concisa y convincente.

Manejo de bases de datos

Las bases de datos permiten un enfoque sistemático para manipular, procesar, generar, organizar, almacenar, actualizar y recuperar información. El uso de las bases de datos permite encontrar, presentar, e interpretar datos de manera más fácil en casos donde hay muchos datos. Para generar una base de datos útil hay que prestar atención a la estructura de los datos en relación a los usos que se le van a dar. Actividades que típicamente involucran el uso de bases de datos incluyen control de inventarios y almacenes, bibliografías y ventas.

Un usuario conocedor de la base de datos sabe las funciones generales, las ventajas y características de programas de manejo de bases de datos, y conoce la terminología. Sin embargo, este conocimiento no vuelve a alguien competente para usar programas de bases de datos. El usuario competente es aquel que puede diseñar y crear una base de datos para resolver un problema real. Esto comprende definir el problema a ser resuelto, identificar y clasificar los datos relevantes al problema y diseñar la forma en la que los datos son capturados y reportados. Debe anticipar los usos que se van a dar a la base de datos y aprovechar las características del programa que se usa.

Es importante que los usuarios sean capaces de combinar la información generada por su base de datos con información generada por otras aplicaciones, tales como procesadores de textos y hojas electrónicas. Si la mejor forma de presentar la información de los datos es gráfica, deben ser capaces de transferir los datos relevantes a los paquetes gráficos.

Instrumentos de laboratorio

Los paquetes de instrumentación de laboratorio permiten usar la computadora y los instrumentos de entrada y salida de datos como herramientas de laboratorio para controlar experimentos, y para grabar y analizar los datos que se produzcan en esos experimentos.

Comunicaciones

Los paquetes de comunicación permiten enviar y recibir textos, imágenes gráficas y otras formas de datos por teléfono. La comunicación es usualmente entre microcomputadoras o entre microcomputadoras y máquinas mayores.

Hojas electrónicas

Las hojas electrónicas son lenguajes de alto nivel que pueden ser usados para crear modelos dinámicos de relaciones entre cantidades. Entre las actividades típicas están las de contabilidad y presupuestos.

Dado un problema a resolver, el alumno debe ser capaz de construir un modelo especificando las variables relevantes y sus relaciones, crear una simulación de hoja electrónica de su modelo, e interpretar los resultados. Será capaz de crear sus propios templates o de usar los ya hechos, y de transferir datos entre programas de hoja electrónica y otros tipos de programas tales como programas de graficación y bases de datos.

Modelos y simulación

Modelos y simulación son categorías de paquetes de cómputo que permiten que la computadora sea usada como una herramienta para simular sistemas reales, ya sea para comprender el sistema o evaluar estrategias para la operación del sistema.

Graficación por computadora

Computación gráfica se refiere al uso de las computadoras para generar imágenes

además de textos y números. Los estudiantes usan la computación gráfica para generar gráficas y como medio de expresión en las artes visuales. Gráficar es representar visualmente datos cuantitativos y sus relaciones. Las artes visuales basadas en la computadora comprenden el uso de paquetes apropiados y herramientas de acceso tales como plumas luminosas y tabletas de graficación.

Inteligencia artificial y sistemas expertos

Inteligencia artificial se usa para referirse a la habilidad de una computadora para realizar tareas de las que es capaz la inteligencia humana, tales como razonamiento y aprendizaje.

Los sistemas expertos son un intento de replicar algunos razonamientos humanos y procesos de toma de decisiones en un sistema de cómputo. Los sistemas expertos están hechos de tres elementos: una base de datos, una base de reglas, y un intérprete de reglas. En la base de datos se almacena información factual. La base de reglas es un archivo de reglas de criterios aplicables a un conjunto específico de problemas. Las reglas se obtienen de expertos humanos. El intérprete de reglas aplica las reglas a los hechos almacenados en la base de datos. Los sistemas expertos se han usado con éxito en problemas de diagnóstico en áreas como medicina y geología.

2.2 Objetivos para programación

Es importante especificar qué se va a entender por programación. Existe el peligro que "programación" se entienda en el sentido de "codificar", es decir, traducir problemas bien especificados a un lenguaje de computación en forma sintáctica, elemento por elemento. Se debe introducir la programación como el arte o la técnica de construir y formular algoritmos de manera sistemática. El estudiante debe ser educado a proceder de manera metódica y sistemática en el diseño de algoritmos, a través de problemas y técnicas típicas de la pro-

gramación, independientemente del área de aplicación. Las estructuras algorítmicas deben ser enfatizadas y no las particularidades de lenguaje. El lenguaje es la herramienta, pero no un fin en sí mismo.

Es fundamental desarrollar en un curso la metodología de programación, desarrollar la habilidad de llevar a cabo un proyecto de programación y elegir los algoritmos, las estructuras de datos y las estructuras de control apropiados.

Elementos de un lenguaje de programación

Incluye familiaridad con enunciados y comandos elementales, así como utilizar éstos para construir y analizar programas que manejan datos numéricos, alfanuméricos y gráficos.

Estructuras de datos y control

Incluye usar las estructuras de control del lenguaje de programación para ir más allá del diseño simple secuencial no condicional, lo mismo que usar estructuras de datos para manejar los datos de manera agrupada en vez de que sea elemento por elemento.

Dependiendo del lenguaje, en esta categoría se incluyen bloques de decisión, bloques de iteración y trabajar con arreglos (BASIC); patrones de iteración y recursión, estructuras de lista (LOGO); estructuras de control, estructuras de registro y tipos de datos (PASCAL).

En todos los lenguajes incluye hacer módulos en los programas usando subrutinas y parámetros.

Planear, diseñar y probar programas

Incluye la habilidad para llevar a cabo un proyecto importante de programación, seleccionando estructuras de datos y algoritmos apropiados, escoger estrategias de desarrollo del programa apropiados (*top-down vs bottom-up*), mostrar técnicas de organización efectivas y mostrar habilidades para probar y corregir un programa.

2.3 Objetivos para conocimiento y actitudes sobre las computadoras y la computación

El alumno debe comprender cómo opera una computadora y cuáles son las funciones de sus principales componentes.

Debe conocer cuál ha sido el desarrollo de la computación, tanto con respecto al equipo, como a la programación, y el desarrollo de paquetes.

Debe conocer la forma en la que esta tecnología está transformando el trabajo, la educación y nuestra sociedad en general.

El usuario debe considerar cuestiones prácticas para la adquisición de equipo de cómputo tales como:

- que sea compatible con los paquetes ya existentes;
- que sea expandible, es decir que el equipo esté diseñado para incorporar a su uso nuevos desarrollos de software, de equipo, que pueda aumentar la memoria, conectar aparatos periféricos;
- que sea transportable, es decir que lo que se elabore para esa máquina pueda ser utilizado en otras computadoras;
- que sea amigable, esto es, tanto la máquina como los paquetes deben estar orientados hacia el usuario para facilitar el uso.

Son también importantes el mantenimiento, tanto para el equipo como los paquetes; la documentación, esto es, la información necesaria para el buen funcionamiento de la computadora y los programas, debe ser accesible.

Los alumnos deben desarrollar actitudes con respecto a las computadoras que les permitan no sólo saber que son importantes y que tiene un gran potencial, sino que también puedan aprovechar este potencial en su propio beneficio.

3 NIVELES COGNITIVOS

Cada una de las categorías de objetivos se puede trabajar a su vez en varios nive-

les cognitivos, añadiendo así una segunda dimensión en profundidad. Los niveles son: conocimiento, operación, y solución de problemas/diseño.

Conocimiento se refiere a reconocer o recordar ideas, hechos y procedimientos específicos. El énfasis es en la comprensión del significado y de la intención de una comunicación. Recordar es el proceso cognitivo más usado en este nivel.

En la categoría de aplicaciones de la computadora, conocimiento incluye la habilidad de identificar términos comunes y nombres de comandos, y distinguir entre las funciones de los diferentes paquetes de aplicaciones.

En la categoría de programación, típicamente incluye la habilidad de recordar las reglas de sintaxis de un lenguaje de programación, los nombres y usos de comandos, primitivas y funciones.

En la categoría de conocimiento y actitudes, incluye la habilidad de identificar componentes de un sistema de cómputo y sus usos, expresar creencias acerca de las implicaciones de la tecnología, y recordar datos acerca del desarrollo de las computadoras.

Operación se refiere al manejo rutinario de símbolos y procedimientos para llevar a cabo una tarea. Aplicar las técnicas aprendidas en problemas familiares. Se requiere una secuencia de procesos involucrados en la formulación y solución de problemas, incluyendo recordar y guardar conocimiento, además de seleccionar y llevar a cabo procedimientos.

Solución de problemas/diseño se refiere a los procesos intelectuales que son más complejos que aquellos que están involucrados de manera rutinaria en aplicaciones de habilidades de procedimiento y en la elaboración de comprensión conceptual. La resolución de problemas requiere conductas tales como:

identificar y usar una estrategia para resolver problemas;

diferenciar la información relevante de la no relevante;
formular el problema o la situación problemática;
determinar qué información es necesaria para resolver el problema;
organizar la información dada para representar el problema.

La resolución de problemas también incluye conductas tales como:

hacer generalizaciones y verificar su validez;
reconocer patrones y describir o simbolizar sus relaciones;
conjeturar, hacer inferencias o sacar conclusiones informalmente;
usar procesos inductivos o deductivos;
analizar relaciones entre datos;
identificar o evaluar alternativas.

Es importante que los alumnos no se queden únicamente en el primer nivel cognitivo en cada una de las áreas de objetivos.

4 CONCLUSIÓN

La computadora es una herramienta muy importante, y el maestro de matemá-

ticas no debe ignorarla en su clase. Pero una cosa es que el maestro utilice la computadora como una herramienta para mejorar el aprendizaje de las matemáticas, y otra muy distinta es que pretenda enseñar computación.

La computación es un área de conocimiento muy amplia e importante. Como tal debe ser enseñada. De igual manera, las matemáticas son importantes y no se deben sacrificar para enseñar otra materia. Aunque las matemáticas y la computación comparten algunos elementos en común, tienen características y contenidos distintos.

Debe quedar claro, de acuerdo con los objetivos enunciados antes, que para que un maestro pueda preparar adecuadamente a sus alumnos en el campo de la computación, debe contar con una amplia y profunda preparación en el área. Esta formación no se adquiere en general en forma autodidacta. Improvisar a los maestros de matemáticas como maestros de cómputo no es la solución para enseñar computación en nuestras escuelas.

Bibliografía

- Berlanga, Ricardo, *Introducción a la computación*. (una guía temática). Comunicaciones del CIMAT, 1988.
- Flores Peñafiel, Alfinio. "El efecto de programar la computadora en el aprendizaje de las matemáticas." En *Memorias de la Primera Reunión Centroamericana y del Caribe sobre formación de Profesores e investigación en Matemáticas Educativa*, Mérida, 1987.
- Flores Peñafiel, Alfinio. "Uso de la computadora en la enseñanza de las matemáticas". En Porter, M. (Ed.) *Conferencias Generales 4o Coloquio Departamento de Matemáticas CINVESTAV*, 1986. p. 35-57.
- Helms, Harry. *The McGraw-Hill Computer Handbook*. McGraw-Hill, 1983.
- Hatfield, L. "Instructional computing in mathematics teacher education". *Journal of Research Development in Education*, 15(4), 30-44.
- National Assessment of Educational Progress. *A framework for assessing computer competence: defining objectives*. Educational Testing Service.