

## LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

*Ricardo Poveda*

AIEM, Escuela de Matemática, Universidad Nacional  
rpoveda@costarricense.cr

*Mario Murillo*

Centro de Investigaciones Matemáticas y Meta-Matemáticas y  
Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica  
mariomch35@hotmail.com

### RESUMEN

La tecnología es hoy más cambiante que nunca antes en la historia de la humanidad. Su impacto se deja sentir en todas las esferas de la actividad humana. En particular, en la esfera educativa. En este artículo se hace un recuento de algunas tecnologías modernas, más o menos disponibles (o potencialmente disponibles) en las instituciones educativas. Se revisa brevemente los usos que se le dan, así como dificultades para su implementación y uso extensivo. Se enfatiza en calculadoras graficadoras y computadoras.

### ABSTRACT

Technology changes today more than it ever did in human history. Its impact is felt in all fields of human activity, particularly in education. This paper gives an account of some modern technologies, more or less available or potentially available, in educational institutions. Current uses are also briefly reviewed, as well as difficulties in their implementation and widespread adoption. These comments emphasize graphical calculators and computers.

### PALABRAS CLAVE

Nuevas tecnologías, calculadoras graficadoras, computadoras, enseñanza de la matemática.

### INTRODUCCIÓN

Todos hemos sido testigos de cambios de una forma más o menos constante, en muchas áreas, con mayor o menor incidencia en la sociedad. Sin la menor duda, uno de estos cambios se refiere a la tecnología. Algo que toda generación vive, es en alguna parte, la evolución tecnológica que arrancó hace ya bastante tiempo.

Otro hecho importante a destacar es la penetración paulatina de casi toda nueva tecnología en prácticamente todas las esferas de la sociedad. En particular, en el campo de la educación. Tan rápido avanza y crece la tecnología con potencialidades educativas, que se hace difícil evaluar tan siquiera tecnologías que ya empiezan a ser superadas. Un ejemplo de la penetración tecnológica lo constituye el nacimiento de la televisión: ésta produjo en sus inicios visiones de cambios radicales: ya no iba a ser necesario ir a la escuela o colegio pues la televisión se convertiría en “el maestro en casa”. Los giros que se dieron posteriormente fueron inimaginables: la televisión se convirtió en un nuevo centro de entretenimiento y distracción a tal grado que más bien afectó negativamente los esfuerzos educativos: se convirtió no solo en “la chupeta electrónica”, sino también se consideró como introductora de contravalores sociales. Hoy día los canales culturales (de corte

educativo) están en evidente desventaja en relación con la televisión puramente comercial.

Ciertas tecnologías, de cierta aplicación general, de nuevo aparecen en el horizonte de la educación. Calculadoras y computadoras parecen más “controlables” que la televisión. Quizá luzcan de una forma más promisoría, pero siempre deben considerarse con la apremiante necesidad de experimentar para encontrar el punto óptimo de su uso. No solo esto, sino también es necesario escudriñar cuáles tecnologías podrían ser más apropiadas a nuestro medio. Hay varias, pues hay que mencionar también proyectores de transparencias, proyectores de video, televisores con pantalla de más de 1 metro, televisores con pantalla plana de cristal líquido (LCD, por sus siglas en inglés), proyectores de video, la misma computadora en modalidad portátil, y otras. Aunque se han estado reduciendo sus precios, no son todavía de muy fácil adquisición por parte de las instituciones. No tiene mucho sentido adquirir las todas, sino que debe (¿o más bien puede?) escogerse de forma muy sesuda la que se adapte económica y culturalmente a una condición específica. Tampoco tiene sentido desestimar el uso de tecnologías en ambientes educativos: bien visto, las tecnologías ayudan en un sinnúmero de situaciones, desde la simple exposición de un tema, hasta el uso de las mismas por parte de los estudiantes en un ambiente adecuadamente programado por el profesor.

En particular, la enseñanza de las matemáticas se ha visto como un campo natural de aplicación de estas tecnologías. El costo de y la accesibilidad a las calculadoras, computadoras, software y acceso a Internet por una gran masa de personas, hacen que la cultura y la educación matemáticas vayan siendo objeto de cambio.

## **DIFERENTES TECNOLOGÍAS Y SU APLICACIÓN A LA MATEMÁTICA EDUCATIVA**

En el mercado existen diferentes tecnologías que podemos utilizar en nuestras aulas. A continuación se presenta algunas de las diferentes opciones y su posible uso en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática. La primera de ellas

(proyectores) no comentamos su uso para referirnos principalmente a calculadoras y computadoras.

### **Proyectores de transparencias y de video**

A decir verdad, al hablar de tecnologías modernas con miras a su aplicación en el aula, no solamente debemos considerar calculadoras y computadoras. Desde hace varias décadas ha entrado en el aula la tecnología del proyector de transparencias. Ésta es quizá una herramienta de las que todavía no se terminado de aplicar en todas sus potencialidades, y ya está siendo superada por otras, como el proyector de video conectado a una computadora. Preparar las láminas para el proyector de transparencias implica cuando menos dos pasos: a) crear cada “cuadro” e imprimirlo en una buena impresora y b) con él en una fotocopidora producir la transparencia. Queda el recurso de producirlo a mano en forma directa. Pero, a menos que se tenga buena caligrafía, puede ser que el producto no sea muy estético. La modificación de una unidad de transparencia particular implica repetir el proceso y el gasto adicional de materiales (las transparencias en sí). Producir transparencias en color es, económicamente, bastante costoso. Además su transporte y uso repetitivo conlleva algunas dificultades. Como contrapartida, el costo de un proyector de transparencias es bastante más bajo que el de una computadora o el proyector de video.

Por otra parte, producir las “transparencias” o “diapositivas” para un proyector de video implica el manejo de algún programa, como PowerPoint de Microsoft. No parece difícil aprender su uso, aunque es necesario tomar en cuenta algunos elementos básicos en su producción. Además, es fácil modificar cualquier unidad de transparencia, así como agregar o quitar unidades. El transporte de una presentación completa es bastante más simple que la correspondiente a una en láminas de acetato: un disquete o un disco compacto. Éste último puede guardar muchas presentaciones de distinto tamaño. El costo para producir en color es bastante más bajo, y se puede incluir sonido (música) y animaciones. Como se indicó, el costo de la computadora es bastante más alto si bien éste no es el único uso. El mismo proyector de video, también de un costo alto, no está

sujeto a un único formato de proyección, sino que permite visualizar en pantalla cualquier cosa que se produzca en la computadora, o aún en una videocasetera. Los proyectores más modernos pueden prescindir del todo de fuentes externas de señal: traen su propia lectora de discos en formato CD o DVD.

### Calculadoras

Existen diferentes tipos de calculadora, desde las más elementales que realizan poco más que las cuatro operaciones básicas, hasta las científicas y las graficadoras. Entre éstas últimas hay aquellas en las que se puede introducir expresiones algebraicas, y hasta se puede programar con ellas. Además existen también unas cuantas con algún grado de especialización para ser usadas en contabilidad, estadística, etc.

La calculadora científica permite realizar cálculos de razones trigonométricas, logaritmos, potencias, radicales, etc. Con este medio podemos realizar cálculos numéricos y de funciones, que han dejado de lado el uso de tablas de las razones trigonométricas y de logaritmos.

Se encuentran también calculadoras con opción de graficar: Casio, Hewlett Packard, Texas Instruments, etc., cada una con un diferente lenguaje de escritura. Este tipo de calculadora va dirigido en su aplicación a las ingenierías; sin embargo se ha encontrado cierta utilidad a algunas de ellas para la representación y explicación de diferentes tópicos a nivel de secundaria y universitaria.

La empresa Texas Instruments ha diseñado calculadoras para un uso más didáctico, por ejemplo la serie TI-89, TI-92, TI-92 Plus y la más reciente la Voyage 2000. Todos estos instrumentos son del tipo de calculadoras llamadas simbólicas o algebraicas, pues manejan representación numérica, algebraica y gráfica. (MORENO y ROJANO en DE LA ROSA 2001).

El uso en el aula de esta calculadora, puede realizarse de dos maneras:

**Exposición.** El profesor da el tema con la ayuda de la calculadora, proyectando el despliegue en una pantalla en la pizarra. Los estudiantes observan y discuten sobre los resultados presentados por el profesor. Aunque ventajosa, con respecto a la clase magistral, no deja de tener sus limitantes, pues el estudiante juega un papel pasivo en la clase.

**Clase-Taller.** En este caso todos los estudiantes (o en parejas) tienen su calculadora. El profesor da una guía a seguir, la cuál el estudiante debe de realizarla. Al final de la clase se discuten las experiencias. Lo importante de este tipo de actividad es que el estudiante es el que está trabajando con la máquina; él es el que comete errores y los corrige; el alumno es el que esta construyendo su conocimiento con la guía del profesor.

Por ejemplo, MURILLO (1997) encontró en un estudio de casos los siguientes usos de la calculadora graficadora (p. 58):

- 1) Cómputo. Fue la actividad más obvia y común, desde las operaciones básicas hasta evaluación de funciones.
- 2) Graficación. A propósito del nombre, es una característica sobresaliente que hace de esta calculadora una herramienta apropiada donde el estudio del gráfico de una función se hace necesario. El uso de una calculadora graficadora permite obtener en pocos segundos la gráfica de una función, compararla con otras gráficas, etc., sin tener que dedicar largos periodos de tiempo a la construcción de las mismas por medios "primitivos", distrayendo así el propósito general de una discusión.
- 3) Estadística. La calculadora en uso está provista de una serie de herramientas estadísticas de uso frecuente.
- 4) Exploración. Las calculadoras se mostraron apropiadas para responder las preguntas de los estudiantes del tipo "¿Qué tal si ...?"
- 5) Simulación. Las calculadoras se pueden usar para simular procesos de tipo aleatorio, como por ejemplo lanzar un dado, una lotería, etc.
- 6) Programación. Gracias a las capacidades de programación, las calculadoras se pueden usar

- para cálculos complejos avanzados, en donde, por ejemplo, entran en juego algoritmos.
- 7) Conexión a otras tecnologías. Las calculadoras se pueden usar en conexión con otras calculadoras (para compartir programas y datos), con una computadora o con un proyector de pantalla.
  - 8) Visualización. Los "objetos matemáticos" desplegados en la pantalla ayudan a los estudiantes a construir imágenes mentales.
  - 9) Adquisición de conceptos. Juntando algunos de los usos anteriores, las calculadoras gráficas facilitan a los estudiantes procesos de conceptualización.
  - 10) Resolución de problemas. Como herramienta, las calculadoras gráficas son usadas para ejecutar las operaciones necesarias como soporte en las actividades de resolución de problemas.

A lo anterior se puede agregar la incorporación de manejo de geometría dinámica en los modelos de la serie TI-92 y subsiguientes.

Haciendo una breve reflexión de la forma en que con frecuencia abordamos nuestras lecciones, podemos recordar que algunas veces los profesores de matemática pretendemos que los estudiantes, por medio de una gran argumentación teórica y la visualización de unas pocas gráficas dibujadas en la pizarra, las que muchas veces no son una buena representación de lo deseado, comprendan una serie de conceptos que, incluso, a los docentes nos ha tomado años de estudio entenderlos a plenitud. Pareciera que este ambiente de aprendizaje ha contribuido a generar en los jóvenes un sentimiento de temor y recelo hacia la matemática.

Por lo anterior, se hace conveniente considerar el uso de las calculadoras para obtener, como en el caso de funciones, una buena representación de las gráficas de cualquier tipo de función en un corto tiempo.

### Computadora

La computadora es una de las principales herramientas para la didáctica de la matemática desde una perspectiva tecnológica. El fácil acceso que

tienen los estudiantes a una computadora, ya sea en su hogar o en la clase de informática, hace que los estudiantes ya estén familiarizados con este tipo de tecnología.

No es difícil entender el uso de la computadora en la misma forma que se indicó para la calculadora. No obstante, pareciera que la computadora tiene algunas ventajas sobre la calculadora. Quizá ésta le gana a aquélla en portabilidad. Pero el despliegue gráfico de la computadora supera en mucho al de la calculadora. Es distinto visualizar una gráfica en una calculadora, que en una computadora; ésta tiene una pantalla no menos de 4 veces mayor que aquélla. Por otra parte, la manipulación de ambos dispositivos es bien distinta. La calculadora actúa a tenor de instrucciones solamente memorizables a costa de uso constante, y es casi imposible seguir adelante con nuevas instrucciones si no es con el manual a mano. La computadora, de nuevo, le gana con mucho en versatilidad: el ratón, menús desplegables, velocidad de respuesta, y otras características hacen del manejo de la computadora algo más fácil. Aun el manual de operación de un programa es sumamente eficiente, pues puede aparecer en pantalla, y mantenerse ahí durante el tiempo necesario. Además, por el hecho de ser una máquina "de carácter general" que admite muchos programas, la hacen sumamente versátil y adaptable a una gama mayor de funciones y usos.

**Computadora como herramienta de presentación.** Se puede utilizar una sola computadora en el aula, la cual es manipulada por el profesor para mostrar a sus estudiantes presentaciones, dibujos, cálculos numéricos y algebraicos, gráficos o la solución de problemas. Además, en este caso esto no priva al estudiante de hacer uso del computador para realizar exposiciones a sus compañeros.

Una de las desventajas es que se necesita de equipo y programas especiales, mencionados arriba, para proyectar la pantalla del computador a la clase.

**Computadora como tutor.** Según ALEMÁN (2000), la computadora como un tutor puede

ayudar a resolver diferentes problemas que existen en la educación, tales como:

- Numerosa población estudiantil que impide la atención de las diferencias individuales.
- El alto índice de fracasos debido a la falta de uniformidad en el desarrollo cognitivo de los integrantes de los grupos.
- Falta de motivación hacia el estudio de la materia.
- La posibilidad de una rápida actualización de los materiales educativos.
- Falta de instrucción de alta calidad, accesible a gran escala.

Podemos señalar que ésta es una de las opciones más accesibles para introducir la tecnología en el aula en la educación secundaria de nuestro país, pues aunque no podemos pretender tener un laboratorio de informática para cada departamento en los colegios, sí se hace accesible un laboratorio por colegio.

**Para ejercitación y práctica.** Para que esta modalidad realmente sea efectiva se necesita que el estudiante haya adquirido los conocimientos básicos de conceptos y destrezas que va a practicar.

Para este tipo de actividad, existen muchos programas, pero es importante que éstos contemplen no solo la práctica, sino que aporte al estudiante ayuda en la resolución de problemas y brinde información completa, sin limitarse a indicar que se ha cometido un error, sino brindando información acerca del tipo de error. Más allá de la ejercitación y práctica, la computadora, en el ambiente educativo, se puede usar en las formas indicadas arriba para la calculadora graficadora, con la ventajas inherentes de la computadora sobre la segunda.

**Juegos Educativos.** Algunos de los programas desarrollados para la enseñanza de la Matemática adoptan formas de juego, con lo cual resultan más atractivos e interesantes para los alumnos. Estos juegos suelen utilizarse con objetivos pedagógicos bien determinados, generalmente de crear o aumentar habilidades específicas.

**Como apoyo a la administración docente.** Diferentes programas de computación (procesador de texto, hojas de cálculo, análisis estadísticos, etc.) permiten que las tareas administrativas del docente se puedan realizar de una manera más práctica y rápida. Entre las aplicaciones más comunes a la administración de la docencia tenemos: Registro de calificaciones y asistencia, cálculo de promedios, confección de material didáctico escrito, gráfico o audio – visual, confección de las pruebas, etc.

### Internet

Muchos laboratorios ya existentes en escuelas y colegios están conectados a la red mundial de información Internet. A nivel de secundaria se puede implementar la Internet, en un primer momento, hacia la investigación de ciertos tópicos dados por el profesor. También se puede pensar en el uso del correo electrónico entre los estudiantes, para el intercambio de documentos que se encontrarán en la red. De esta manera, los estudiantes se van acostumbrando al manejo, selección e intercambio de la información que existe en la red.

En la actualidad existen diferentes opciones didácticas para trabajar desde la Internet, se pueden encontrar juegos educativos, software gratuitos para la didáctica de la matemática, etc. También para estudiantes de quinto año, existe en la red una excelente oportunidad para realizar prácticas con ejercicios de exámenes de bachillerato de años anteriores, llamado Bachillerato en Línea<sup>1</sup>. La Universidad de Costa Rica también dispone de una práctica del examen de admisión.

### Realidad

En Costa Rica, todavía existe resistencia de los diferentes actores de la educación hacia la tecnología y su aplicación en el aula. Según MORA y CALVO (2002), las barreras que los docentes tienen para hacer uso de la tecnología se resumen en: miedo a los efectos que la tecnología educativa pueda acarrear a su papel, temor a asumir nuevas responsabilidades, pensando en que no están

<sup>1</sup> Borbón, A (2001). Bachillerato en Línea. En: Memorias del II Congreso sobre la enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora. Costa Rica.

preparados profesionalmente para manejar dichos recursos. Además la falta de capacitación para el empleo de las nuevas tecnologías.

Por otro lado, al analizar los programas de estudios de III Ciclo y Educación Diversificada, el Ministerio de Educación Pública (MEP) sugiere el uso de la tecnología, que la particulariza solo al uso de la calculadora científica. Veamos las siguientes sugerencias sobre el uso de la calculadora, tomadas de los programas de estudio:

“... Es necesario, por lo tanto, agilizar los cálculos, de ahí que el uso de la tecnología y específicamente, la calculadora, resultan muy valiosos. Permite no solamente realizar las operaciones rápidamente, sino también, clarificar, acentuar y profundizar el concepto, es decir obtener información de mayor valor cognitivo...”

“Recuerde que la calculadora agiliza los procedimientos algorítmicos...”

“Inmerso en el desarrollo tecnológico actual se encuentra la utilización de los diferentes programas de computación, que aunados con la creatividad y las innovaciones del docente constituyen una valiosa herramienta para el desarrollo de muchos contenidos”

“Mediante el uso de la calculadora se pueden realizar numerosos ejemplos de cómo estas coadyuvan en la resolución de situaciones problema...”

“Pueden usarse calculadoras para resolver problemas que exijan tediosos cálculos...”

Algunos de estos párrafos sobre el uso de la calculadora que se encuentran en el Programa de III Ciclo, son los mismos que los que se encuentran en el programa de estudios de Educación Diversificada. Esto hace presumir de que no ha existido un análisis o investigación sobre cómo incorporar las calculadoras a la clase de matemática en los distintos niveles de la educación secundaria. Además, en este documento no se le da las bases sólidas al profesor para “convencerlo” de que haga uso de esta herramienta, cuya potencialidad permite llegar más allá de lo que está escrito.

Para reforzar las ideas anteriores basta con indagar sobre la organización de capacitaciones para los docentes en esta área. Sabemos que el

M.E.P. realiza pocas capacitaciones (o ninguna) sobre la implementación de las nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática y algunas veces no da permiso para que los profesores asistan a simposios, congresos o distintas actividades que promueven este tipo de innovaciones.

### Concienciación

En los últimos años, la metodología empleada para llevar a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Matemática en todos los niveles ha empezado a cuestionarse. Esto, debido principalmente al bajo rendimiento académico que se presenta en esta asignatura en los distintos niveles de educación.

Según los últimos Informes del Estado de la Nación, la deserción es uno de los principales problemas que tiene la educación primaria y especialmente la secundaria, donde la mayoría de los jóvenes que abandonan las aulas lo hace porque no encuentran en ella nada que los motive.

No es ningún secreto que los jóvenes están rodeados de una fuente ilimitada de entretenimiento, que va desde los juegos de video, televisión por cable, hasta Internet y todos sus posibles usos, entre los que encontramos: comunicación a cualquier parte del mundo, el acceso a cualquier información y la interacción directa del muchacho con el planeta.

Por lo anterior, debemos de tomar conciencia de que la innovación tecnológica en los salones de clase, más que una herramienta sin fin específico, se puede convertir en un medio para atraer de nuevo la atención de los alumnos y motivarlos a aprender.

Por otro lado, no podemos pretender utilizar la tecnología sin un fin específico. Según CRESPO (1997) se está “vendiendo” y “comprando” la idea de que la tecnología es la fórmula mágica que transformará nuestras aulas en verdaderos ambientes de enseñanza y aprendizaje.

Autores como GÓMEZ (1998) y MEZA (2001) han señalado que la tecnología no es la solución a todos los problemas educativos, pero sí

se ha convertido en un agente de cambio en la educación matemática.

Según MEZA (2001) la tecnología ha traído consigo nuevas metodologías, actividades y consideraciones sobre las que el profesor de matemática debe reflexionar para que la incorporación se realice con éxito. En resumen, estas consideraciones son:

- Los educadores deben capacitarse adecuadamente para poder implementar la tecnología en el aula. De aquí la importancia de la existencia de cursos, seminarios, simposios o congresos de esta índole.
- Desarrollar ambientes de aprendizaje apropiados, para el máximo aprovechamiento de las actividades a realizar.
- Tomar en cuenta que la implementación tecnológica debe fundamentarse en un proceso analítico, crítico, creativo y riguroso, que debemos apoyar con la investigación educativa permanente.
- Introducir la tecnología cuando realmente sea necesario.
- Por último, un aspecto importante que se debe considerar cuando se realiza la implementación de la tecnología en el aula, es la necesidad de realizar un planeamiento serio y responsable por parte del docente, pues solo de esta manera se explotará al máximo los recursos didácticos de esta índole.

También, el Ministerio de Educación Pública debe ser consciente de la necesidad de una adecuación en todo el sistema educativo, debido a las nuevas exigencias y características de la sociedad. Según AREA (1997) se deben hacer cambios en tres áreas fundamentales: invertir en nuevas tecnologías, establecer estrategias de formación y asesoramiento para el profesorado con respecto a la aplicación de las nuevas tecnologías en el ambiente educativo y reformar el currículo. Dentro de este último aspecto AREA (1997) da algunas sugerencias como:

- reorganizando el conocimiento disciplinar e incorporando temas y problemáticas más próximas al mundo actual: la educación

medioambiental, la educación afectivo-sexual, la educación para la salud, ...

- facilitando que en los procesos de enseñanza se dirijan a propiciar la reconstrucción de las experiencias e informaciones que los niños y jóvenes obtienen extraescolarmente a través de los medios y tecnologías de comunicación de masas
- desarrollando en las escuelas una educación para los medios y tecnologías
- enfocando el aprendizaje hacia metas que persigan que el alumnado aprenda a buscar, seleccionar y reelaborar la información y no que sea sólo un receptor de la misma.

### Oportunidades

A pesar de las resistencias de los profesores, la falta de apoyo (en algunos casos) de la institución educativa y el desinterés del Ministerio de Educación Pública por fomentar el uso de la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de la matemática, es importante conocer que diferentes grupos realizan grandes esfuerzos para que la aplicación de las nuevas tecnologías llegue a nuestras aulas. Por ejemplo, las diferentes ediciones del Festival de Matemática y del Congreso Internacional sobre la Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora, nos ofrecen diversas experiencias y oportunidades que nosotros como educadores debemos de considerar para nuestra labor docente.

En los eventos mencionados se desarrollan ponencias y talleres que incorporan el uso de las nuevas tecnologías a la enseñanza y aprendizaje de la matemática:

### Computación y Software

- PracMat: una herramienta para el estudio y preparación para el examen de bachillerato.
- Enseñanza y aprendizaje de funciones con apoyo de Geometer's Sketchpad.
- Graficación de funciones.
- Dr. GEO
- Enseñanza de la Geometría en séptimo año con el programa Geometer's Sketchpad.
- Enigma: software educativo y herramienta de productividad para matemáticas.

- Excel como herramienta para el profesor y su aplicación en el aula.
- Aplicaciones del programa El Geómetra en la enseñanza del tema funciones en secundaria.
- Aprendamos matemática con la hoja electrónica EXCEL.
- Software HESTADISTIC

#### **Calculadoras**

- Enseñanza de la geometría en primaria y secundaria con el programa CABRI II de la calculadora programable TI-92.
- Uso de la TI-92 en la enseñanza del tema de funciones.

#### **Juegos Didácticos**

- Aplicación de Director 6.5 para la enseñanza de operaciones con números racionales.
- Software: JUMAICRIE

#### **Internet**

- Bachillerato en Línea.

### **CONCLUSIÓN**

La sociedad actual ha presentado cambios en todos los sectores a raíz de la incorporación de las recientes tecnologías en las tareas cotidianas. Debido a esto, surgen nuevas demandas para que las nuevas generaciones sean más creativas, innovadoras y eficaces.

Nuestro sistema educativo no puede ser el mismo. Nuestros jóvenes necesitan herramientas diferentes para desenvolverse de la mejor manera en un medio globalizado. Todos los sectores del medio educativo (estudiantes, padres de familia, profesores, instituciones y el Ministerio de Educación Pública) deben de tomar conciencia del cambio.

Existen diferentes opciones para utilizar las nuevas tecnologías en la clase de matemática, de manera tal que una misma herramienta se pueda aprovechar dependiendo de la disposición y actividad a realizar.

Por otro lado, en primera instancia, el Ministerio de Educación Pública debe de formular

cambios en el sistema educativo: reformar el currículo, establecer estrategias de capacitación y actualización para el docente y lógicamente inversión en nuevas tecnologías. Quizá por desconocer cómo usar adecuadamente la tecnología, es que el profesor no toma ventaja, ni siquiera mínima, de ella.

Además el profesor debe de buscar las mejores estrategias y actualizarse para incorporar las nuevas tecnologías a la clase de matemática cuando sea necesario, junto a un planeamiento serio y responsable.

Quizá represente alguna dificultad acerca de la tecnología a incorporar. Como se indicó arriba, no se pueden incorporar todas la tecnologías. Al nivel más "común", más accesibles, quedarían como opciones entre las calculadoras y computadoras. Hay que considerar ventajas y desventajas de unas y otras. Las calculadoras ofrecen un costo menor. Para efectos del trabajo en clase, se debe considerar algún grado de uniformidad en el modelo a usar. Si muchos estudiantes no pueden comprar una propia, la institución podría considerar la compra de juegos de calculadora para satisfacer las necesidades correspondientes. Probablemente muchas instituciones objeten la compra de un equipo solo "para la clase de mate". De hecho, no tratándose de calculadoras graficadoras, es de esperar que el costo de una calculadora científica no sea oneroso para una buena parte de la población estudiantil.

Si se buscara las ventajas del despliegue gráfico, bien pueden considerarse los laboratorios de cómputo que ya existen en muchas instituciones, más la existencia de programas gratuitos. Otros programas con licencia, como la hoja electrónica de algunos paquetes integrados, ya vienen formando parte del equipo, por lo que se podría obtener ventaja de ello. Solamente hay que diseñar estrategias de uso, desarrollar la didáctica tomando en cuenta las herramientas tecnológicas disponibles, y otras acciones que pongan en juego la creatividad del docente. Por lo pronto, pareciera un desperdicio de recursos el uso de laboratorio de cómputo solo para aprender a usar la computadora y algunos programas de uso común.

Quizá el mayor reto para el mismo uso de la tecnología en el aula corresponda al profesor y su voluntad para conseguirla, y con ello experimentar y encontrar el lugar de la misma.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Agüero, E. *et al.* 1999. Graficación de funciones. Memorias del I Congreso Internacional sobre la Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora. Costa Rica. 78-82.
- Alemán, A. 2000. La enseñanza de la matemática asistida por computadora. Tomado de Internet.
- Alfaro, J. *et al.* 1999. Enseñanza de la geometría en primaria y secundaria con el programa CABRI II de la calculadora programable TI-92. Memorias del I Congreso Internacional sobre la Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora. Costa Rica. 192-198.
- Area, M. 1997. Futuro Imperfecto: Nuevas Tecnologías e igualdad de oportunidades educativas. Documento Internet: <http://www.arroba.es/aimc>
- Ávila, J. F. 2000. *Enigma*: software educativo y herramienta de productividad para matemáticas. Memorias II Festival de Matemática. Costa Rica. 15-22.
- Berrocal, C. y E. Mata 2002. Software: JUMAICRIE. En: Memorias del III Festival Nacional y I Festival Internacional de Matemática. Costa Rica. 46-52.
- Borbón, A. 2001. Bachillerato en Línea. En: Memorias del II Congreso sobre la enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora. Costa Rica.
- Crespo, S. 1997. Algunas consideraciones sobre el uso de la tecnología para enseñar y aprender matemática. Documento Internet. [http://boletin\\_5\\_1\\_97.htm](http://boletin_5_1_97.htm)
- Gómez, D. 1998. Tecnología y educación matemática. Revista Informática Educativa. Vol. 10. No 1. Colombia.
- Gutiérrez, G. y M. Martínez 2001. Aplicaciones del programa El Geómetra en la enseñanza del tema funciones en secundaria. En: Memorias del II Congreso Internacional sobre la Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora. Costa Rica.
- Jiménez, M. 1999. PracMat: una herramienta para el estudio y preparación para el examen de bachillerato. En: Memorias del I Congreso Internacional sobre la Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora. Costa Rica.
- Meza, L. 2001. Aprendamos matemática con la hoja electrónica EXCEL. En: Memorias del II Congreso Internacional sobre la Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora. Costa Rica.
- Meza, L. 1999. Enseñanza y aprendizaje de funciones con apoyo de Geometer's Sketchpad. En: Memorias del I Congreso Internacional sobre la Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora. Costa Rica. 12-19.
- Ministerio de Educación Pública. 2001. Programas de Estudio. Tercer Ciclo. Matemática. Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública. 2001. Programas de Estudio. Educación Diversificada. Matemática. Costa Rica. 96 pp.
- Mora, I. y Calvo P. 2002. "Tecnología Educativa". En: Memorias del III Festival Nacional y I Festival Internacional de Matemática. Costa Rica.
- Murillo, M. 1997. A teacher's beliefs and conceptions on using calculators in the classroom: a case study. Tesis para optar por el grado de Maestría. Florida State University. Tallahassee, FL.
- Poveda, R. *et al* 2000. Excel como herramienta para el profesor y su aplicación en el aula. En: Memorias del II Festival de Matemática. Costa Rica. 94-97.
- Poveda, R. y Salas, O. 2002. Uso de la TI-92 en la enseñanza del tema de funciones. En: Memorias del III Festival Nacional y I Festival Internacional de Matemática. Costa Rica. 212-216.
- Vaquero, A. y Fernández, C. 1987. La Informática Aplicada a la Enseñanza. Eudema S.A. Madrid.