

USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN COSTA RICA

Edison De Faria

Centro de Investigaciones Matemáticas y Meta-Matemáticas y
Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica
Asociación de Matemática Educativa (ASOMED)
edefaria@cariari.ucr.ac.cr

RESUMEN

En este artículo se realiza un breve recorrido sobre investigaciones, políticas y uso de tecnologías digitales en Costa Rica, y se describe las formas con que los docentes de matemática de la enseñanza media costarricense utilizan las computadoras y calculadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Los datos analizados fueron recolectados mediante un cuestionario aplicado a docentes de matemática de enseñanza media durante el año 2000 por el proyecto de investigación "La enseñanza de las matemáticas en Costa Rica", desarrollado por investigadores del Centro de Investigaciones Matemáticas y Meta-Matemáticas de la Universidad de Costa Rica.

ABSTRACT

This article gives a brief summary of research policies and the use of technology in Costa Rica, describing how Costa Rican High School mathematics teachers use computers and calculators in the mathematical teaching and learning process. The data analyzed were gathered in a questionnaire taken by High School mathematics teachers in 2000, by the research project "Mathematics Education in Costa Rica", designed by researchers at the Centro de Investigaciones Matemáticas y Meta Matemáticas of the Universidad de Costa Rica.

PALABRAS CLAVE

Tecnologías, calculadoras, computadoras, educación costarricense, programas de formación de docentes.

INTRODUCCIÓN

Costa Rica es un país que apuesta al desarrollo tecnológico como una vía alternativa para el desarrollo social, económico y educativo. En el informe de desarrollo humano de la Organización de las Naciones Unidas del 2001, Costa Rica es ubicada entre los países latinoamericanos líderes potenciales de adelanto tecnológico (CETTO y VESSURI 1998), y este sentir se encuentra reflejado en algunas frases discursivas de figuras de la política nacional, como, por ejemplo, las pronunciadas por dos ex presidentes de la República:

"Costa Rica ha entrado en la era moderna, revelando sus intenciones de convertirse en la capital de alta tecnología de América Latina". (José María Figueres 1997)

"A través del estímulo a la Ciencia y la Tecnología avanzaremos certeramente por el camino de una nueva era de prosperidad". (Rafael Ángel Calderón Fournier 1990)

Dentro de esta misma línea, en 1994 se aprobó la ley 7169 de promoción del desarrollo

científico y tecnológico (MORALES y RIVERA 1994), que fija como objetivo general facilitar la investigación científica y la innovación tecnológica, que conduzcan a un mayor avance económico y social en el marco de una estrategia de desarrollo sostenido integral, con el propósito de conservar para las futuras generaciones los recursos naturales del país y garantizar al costarricense una mejor calidad de vida y bienestar, así como un mejor conocimiento de sí mismo y la sociedad. De esta forma, pareciera que los dirigentes políticos asocian la innovación tecnológica con el bienestar social, el desarrollo económico, la prosperidad y una mejoría en la calidad de vida de la ciudadanía costarricense, lo que a mi juicio es una postura bastante cuestionable y difícil de ser llevada a la práctica.

En este artículo nos interesa por un lado conocer el tipo y características de los estímulos e incentivos tecnológicos que reciben los docentes de matemáticas de la enseñanza media, incentivos que les permitan innovar y contribuir al incremento de la capacidad de sus estudiantes para generar ciencia y tecnología, y por otro lado queremos saber cómo utilizan las computadoras y las calculadoras en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas, si es que las utilizan.

En la siguiente sección hacemos un breve recorrido de la trayectoria seguida en Costa Rica con el uso de computadoras y calculadoras. Es importante mencionar que se trata de una descripción parcial de algunas investigaciones y experiencias y que existen muchas otras que no serán mencionadas aquí. Por otro lado, como las calculadoras científicas pueden ser utilizadas en las pruebas nacionales de noveno año y bachillerato aplicadas por el Ministerio de Educación Pública, entonces podemos afirmar que existe un uso bastante significativo de dichas herramientas en nuestras instituciones de educación media públicas y privadas.

EL USO DE CALCULADORAS EN COSTA RICA

Costa Rica es uno de los países que ha dado importantes pasos dirigidos hacia la utilización de tecnologías digitales con fines educativos. En la

década de los noventa se llevaron a cabo importantes investigaciones relacionadas con el uso de calculadoras y de computadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje en todos los ámbitos educativos.

1. Una investigación pionera

PERALTA, BERTY, BUJÁN y JIMÉNEZ (1991), en un proyecto adscrito al Instituto de Investigaciones para el Mejoramiento de la Enseñanza en Ciencias de la Universidad de Costa Rica (I.I.M.E.C), realizaron un estudio con 155 estudiantes de tercero y quinto grados en seis escuelas del Primero y Segundo Ciclos de la Educación General Básica en Costa Rica. Se aplicaron cuatro tratamientos: un grupo trabajó sólo con material concreto, otro lo hizo sólo con calculadora, un tercer grupo realizó la mitad de las actividades con calculadora y la otra mitad con material concreto y un cuarto grupo, considerado como grupo control, no participó de ninguna de las actividades. En la investigación se aplicó una prueba de actitud hacia la matemática, una prueba de habilidad espacial y una prueba de procesos mentales. Entre sus conclusiones destacamos las siguientes:

- a. Los estudiantes que trabajaron a la vez con calculadora y material concreto son los que presentaron resultados más altos en las pruebas de discriminación, habilidad espacial y aritmética y excepto en el caso del tema de patrones, no hay diferencias significativas en los resultados obtenidos en estas pruebas por los estudiantes que usaron sólo calculadora o sólo material concreto.
- b. En el análisis basado en el puntaje total de la prueba de aritmética se obtuvo que los estudiantes del grupo control presentaron un rendimiento significativamente menor que los estudiantes de los otros tres grupos (sólo calculadora, calculadora y material concreto y sólo material concreto).
- c. En relación con la actitud hacia la matemática, no hay diferencias significativas en los resultados presentados por los estudiantes que participaron en los diferentes tratamientos.

La investigación mencionada es una de las pioneras en esta temática en Costa Rica, y revela

ciertas ventajas o efectos positivos obtenidos al utilizar calculadoras en la enseñanza primaria, principalmente si su uso se combina con el de otros materiales concretos. Esto es muy importante, pues existen opiniones encontradas respecto al uso de calculadoras en el aula, principalmente a nivel de enseñanza primaria. Según BARRANTES (2001):

“Antes de tener acceso a instrumentos de cálculo, los alumnos deben saber hacer las operaciones matemáticas, por lo menos las fundamentales, a mano, es decir, deben ser capaces de enfrentar esos pequeños retos sin instrumentos de cálculo diferentes del propio cerebro y en caso de propiciar que esto no sea así, se están formando personas con un altísimo grado de lo que puede llamarse analfabetismo matemático, con todas las desventajas y riesgos que ello implica ... efectivamente, parece ser que la mayoría de los investigadores coinciden en que el uso de una calculadora en educación primaria es inadmisibles” (pp. 75, 76)

No obstante, Barrantes reconoce que la calculadora es, en la actualidad, un instrumento muy valioso en el salón de clase, y que se hace necesario crear situaciones con un alto nivel de dificultad para sacar provecho del potencial de estas herramientas (p. 78). Estoy plenamente de acuerdo con esta última posición de Barrantes. No tiene ningún sentido utilizar una calculadora o una computadora para seguir haciendo las mismas cosas que hacíamos con las herramientas tradicionales: lápiz, papel, tiza y borrador. El uso de nuevos instrumentos didácticos requiere de cambios metodológicos, curriculares y en el aspecto evaluativo.

2. Escuela de Matemática de la UCR: un primer intento de innovación tecnológica

En el primer ciclo lectivo de 1993, la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica puso en marcha un proyecto piloto para la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral I y del Álgebra Lineal, utilizando la calculadora Hewlett Packard (HP 48), con el objetivo de mejorar la calidad de la docencia y la formación matemática de los estudiantes (DE FARIA 1993, pp. 165-171). Fueron seleccionados cuatro grupos de Cálculo Diferencial e Integral I y dos grupos de Álgebra Lineal. El texto y los exámenes

parciales fueron los mismos para los grupos de prueba y para los grupos control, y no se permitía utilizar la calculadora en dichas pruebas. La medición del efecto de la calculadora en los grupos de prueba fue realizada mediante actividades organizadas por los profesores, como exámenes cortos, tareas y proyectos. Los resultados obtenidos en los exámenes parciales no revelaron diferencias significativas entre los grupos de prueba y los de control, pero en los grupos de prueba pudimos utilizar la calculadora para explorar, experimentar, conjeturar y resolver problemas más complejos.

Consideramos que este primer intento fue bastante tímido y que no produjo resultados satisfactorios debido a la forma en que fue concebido y conducido. Vuelvo a recalcar que sin un cambio curricular, metodológico y en la forma de evaluar, no podemos esperar cambios en las actitudes, aprendizajes y promociones de los estudiantes. Pero la experiencia fue importante pues permitió apreciar que la presencia de una nueva herramienta abría espacios para la creación de nuevas situaciones de aprendizaje como la exploración, búsqueda de patrones y resolución de problemas más complejos.

3. PITEM: un proyecto ambicioso.

En el primer semestre de 1998 inició el proyecto de investigación “Innovaciones Tecnológicas en la Educación Matemática en Costa Rica: Laboratorios con calculadoras graficadoras TI92 y CBL”, (PITEM), asociado al Centro de Investigaciones Matemáticas y Metamatemáticas de la Universidad de Costa Rica. En este proyecto estuvieron involucradas las cuatro universidades estatales de Costa Rica y cinco colegios científicos costarricenses. Es importante destacar que el Colegio Científico Costarricense de San Ramón no fue incluido en el proyecto debido a que ya estaba llevando a cabo un proyecto piloto con las calculadoras HP 48.

La meta del proyecto era la de determinar metodologías apropiadas para la incorporación de las calculadoras graficadoras y los aparatos de recolección de datos (CBL) en lecciones de matemáticas y sus objetivos eran:

- a. Explorar y experimentar con ideas matemáticas tales como patrones, propiedades numéricas, algebraicas y funciones.
- b. Desarrollar y reforzar habilidades tales como cálculos, gráficas, y análisis de datos.
- c. Enfatizar el proceso de resolución de problemas con datos reales, en lugar de concentrarse en los cálculos asociados con los problemas.
- d. Acceder a ideas matemáticas y experiencias que van más allá de los niveles limitados por los cálculos tradicionales con papel y lápiz, permitiendo elevar el nivel de abstracción y generalización.
- e. Desarrollar conceptos.
- f. Construir modelos.
- g. Explorar y desarrollar nuevas formas de enseñar.
- h. Analizar el impacto del uso de las calculadoras graficadoras y software compatible en las construcciones conceptuales más relevantes de la matemática, física, química y biología.

Los resultados obtenidos en el proyecto fueron alentadores, de acuerdo a las respuestas dadas por los y las estudiantes entrevistados (DE FARIA y CASTRO 2002). Entre otras cosas, hemos visto cómo hemos podido contextualizar la matemática mediante el uso de los sensores que posibilitan la toma de datos reales en el salón de clases, en ríos, bosques y otros ambientes naturales. Por otro lado, el uso de los distintos registros de representaciones semióticas nos permitió hacer conversiones y tratamiento en y entre tales registros, para distintos objetos matemáticos, como por ejemplo las funciones. Finalmente, hemos podido conectar las matemáticas con la física, química, biología y agronomía entre otras. Por lo tanto, el uso de las calculadoras graficadoras con los instrumentos de mediciones y tomas de datos ampliaron los horizontes para un aprendizaje significativo de las matemáticas.

EL USO DE COMPUTADORAS EN COSTA RICA

Respecto al uso de computadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje, nos referiremos a experiencias importantes iniciadas durante la segunda mitad de la década de los ochenta del siglo pasado.

1. PIE-MEP-FOD

Desde 1987 la Fundación Omar Dengo (FOD) puso en marcha proyectos nacionales y regionales en el campo de la innovación educativa. Actualmente la FOD desarrolla programas en el área de la informática educativa, la innovación educativa, el desarrollo profesional y capacitación de educadores, tecnologías de la información y la comunicación, aprendizaje en línea y producción digital entre otros. La FOD, por acuerdo del Consejo Superior de Educación, es la entidad rectora del Programa Nacional de Informática Educativa, que se encarga de ejecutar las políticas nacionales de informática educativa para I, II y III ciclo de la Educación General Básica de Costa Rica (EGB) y de apoyar su desarrollo y crecimiento innovador.

En 1998 la FOD en colaboración con el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica creó y ejecutó el Programa de Informática Educativa para la enseñanza primaria (PIE-MEP-FOD). Dicho programa alcanza hoy en día, según datos de la FOD, a la mitad de los escolares de la escuela pública costarricense. Según los administradores del PIE-MEP-FOD, las escuelas que atienden a poblaciones de escasos recursos económicos, tanto en los contextos rurales como en los urbanos, son prioridad de este programa, persiguiendo con esto una distribución más equitativa de los beneficios y efectos positivos que puede acarrear la educación mediada por tecnologías digitales sobre el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad en su conjunto. Desde sus orígenes hasta la actualidad, el PIE-MEP-FOD ha contado con la colaboración permanente de la Universidad de Costa Rica, la Universidad Nacional, el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), la Universidad de Harvard y la Universidad de Rio Grande del Sur de Brasil. En diciembre del 2001 la Asamblea Legislativa de Costa Rica, mediante la Ley No. 8207, decretó al programa como de utilidad pública.

Los laboratorios de informática educativa del programa son instalados en escuelas con población desde 81 a 1200 escolares, en donde se disponen de 10 a 19 estaciones de trabajo multimedia conectadas en red a un servidor, impresora,

digitalizador de imágenes, acceso a correo electrónico y servicios Internet. Cada centro educativo de esta modalidad cuenta con un tutor o tutora de informática educativa, un educador especializado en este ámbito, que es capacitado de manera permanente por el programa. Los educandos de I y II ciclos de la EGB asisten al laboratorio con su maestra o maestro de grado y el tutor de informática educativa por espacio de dos lecciones escolares semanales: una que corresponde al plan de estudios de español y la otra al de matemática.

Informes del PIE MEP-FOD indican que los beneficios del programa son:

- Beneficio en la autoestima de los educadores, los niños y los jóvenes.
- Aumento de la matrícula y menor absentismo en los centros educativos que disponen de esta opción.
- Interés por la exploración de ambientes tecnológicos, partiendo de una interacción natural e inteligente con diferentes medios y programas que están disponibles en el contexto universal.
- Desarrollo de habilidades para la resolución de problemas en un marco de aprendizaje cooperativo, entre niños, jóvenes y educadores.
- Fortalecimiento de una plataforma tecnológica al servicio de la educación pública, que consta de estaciones de trabajo multimedia, servidores, digitalizadores de imagen, cámaras de video conferencia, impresoras, recursos para conectividad telemática, equipos para robótica.

Existe otro Programa de Informática Educativa para Secundaria (PRIES) con un menor alcance nacional que el PIE-MEP-FOD. En este programa se utiliza el software Micromundos, una extensión del programa Logo.

Otro avance significativo en el campo de la informática educativa fue dado el 14 de Octubre de 1997 cuando el Consejo Superior de Educación incluyó en el programa de estudios del III Ciclo de la Educación General Básica, dos lecciones semanales de Informática Educativa, para dar seguimiento a la política educativa hacia el siglo

XXI. La Política Curricular *Hacia el Siglo XXI* fue aprobada por el Consejo Superior de Educación en noviembre de 1994, y entre los criterios de calidad planteados en dicha política, se destacan los siguientes:

- El logro de un mayor índice de manejo de la tecnología informática.
- El fortalecimiento de una educación que estimule la innovación y prepare para la competitividad y la incorporación a los avances tecnológicos.

En nuestra investigación no hemos entrevistado a los docentes para determinar si los logros mencionados anteriormente son compartidos por ellos, y si ellos perciben el beneficio de los programas en la formación matemática de los estudiantes de enseñanza media. Pero, adelantando respuestas de docentes, pareciera existir poca posibilidad de acceso a Internet en los colegios públicos, y muy escasas posibilidades de utilizar las computadoras para enseñar matemática.

2. Programas de formación de docentes

Algunas universidades, centros de investigaciones y organizaciones educativas también han dado importantes pasos dirigidos hacia la utilización de computadoras con fines educativos. Las universidades públicas han servido de plataforma para la investigación sobre la utilización de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, particularmente las computadoras y calculadoras; en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Algunos de estos programas y proyectos son:

a. Carrera de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora del ITCR

La apertura en 1996 de la carrera de enseñanza de la matemática asistida por computadora en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), cuyo fin es formar profesionales con grado académico de Bachiller, para desempeñar como docente en la especialidad de matemática utilizando la computadora como herramienta didáctica (ASTORGA y SÁNCHEZ 1999). Entre los objetivos de la carrera destacamos: Brindar una formación

básica en el campo de la Computación, con el fin de que el futuro educador esté en capacidad de desarrollar procesos didácticos utilizando la computadora, así como utilizar esta herramienta tecnológica para su uso personal; capacitar al futuro educador en la utilización de herramientas computacionales genéricas en procesos de enseñanza-aprendizaje; recomendar los programas computacionales en el campo de la matemática que mejor permita el trabajo creativo y exploratorio de los estudiantes, bajo guías apropiadas y elaboradas en la mayoría de los casos por los propios docentes; utilizar herramientas de desarrollo y lenguajes de programación de alto nivel para generar software en el campo de la Matemática, con fines didácticos, y analizar la potencialidad de Internet, como una herramienta de apoyo en el proceso didáctico. Además, el Instituto Tecnológico de Costa Rica edita una revista virtual que publica experiencias e investigaciones relacionadas con el uso de computadoras y calculadoras en la enseñanza de la matemática. La revista cuenta con un comité editorial nacional e internacional de mucho prestigio en el campo educativo, y su dirección electrónica es:

<http://www.itcr.ac.cr/carreras/matematica/>

b. Proyecto de integración de la tecnología digital en la Escuela de Matemática de la UCR

La Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica está llevando a cabo un proyecto denominado "Integración de la tecnología informática en los cursos de servicio de matemática", y que consiste en utilizar la computadora como herramienta didáctica en algunos cursos de servicio que la escuela presta a las escuelas de ingeniería, computación y química. Los primeros cursos seleccionados para el segundo ciclo del año 2003 fueron: Matemática para Computación II; Introducción al Análisis Numérico; algunos grupos de Cálculo II y de Álgebra Lineal.

Existen experiencias importantes en otras instituciones públicas y privadas, como por ejemplo el programa de maestría en tecnología educativa de la Universidad Estatal

a Distancia, pero no haremos mención de los mismos en este breve recorrido.

En la siguiente sección daremos los datos obtenidos en el cuestionario aplicado a docentes de matemática de enseñanza media en Costa Rica, específicamente en la temática que estamos analizando (señalado en la presentación de este número).

EL CUESTIONARIO

Las preguntas del cuestionario nos orientarán hacia las principales características del uso o no de las calculadoras y computadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el tercer ciclo y en el ciclo diversificado de la educación general básica. Veremos los datos globales obtenidos y analizaremos algunos de los resultados.

1. Pregunta número 75: ¿Cuáles de las siguientes herramientas de tecnología electrónica conoce usted? (puede marcar varias).

- Calculadora sencilla
- calculadora científica
- calculadora programable
- calculadora graficadora
- computadoras
- otra (especifique)

Cuadro 1.

Conocimiento de calculadoras y computadora

	Sí	%	No	%	NS/ NR	%
Calculadora						
Sencilla	585	91.4	53	8.3	2	0.3
Científica	628	98.1	10	1.6	2	0.3
Programable	314	49.1	324	50.6	2	0.3
Graficadora	285	44.5	353	55.2	2	0.3
Computadora	511	79.8	127	19.8	2	0.3
Otra	5	0.8	632	98.8	2	0.3

El cuadro número 1 sintetiza la respuesta de los 640 docentes que respondieron al cuestionario.

Como podemos ver, casi todos los docentes de matemática de enseñanza media conocen la calculadora sencilla y la científica. Cerca de la mitad conoce las calculadoras programables y las graficadoras. Casi el 80% conoce las computadoras.

A nuestro juicio, el conocimiento masivo de las calculadoras científicas y sencillas se debe a que, de acuerdo con las políticas del Ministerio de Educación Pública, tales instrumentos pueden ser utilizados en las pruebas nacionales de bachillerato. En la información general sobre la prueba de bachillerato aparece el texto:

“Para resolver la prueba, usted debe contar con un folleto que contiene: 60 ítemes de selección, una tabla de valores de las funciones trigonométricas, un bolígrafo de tinta negra o azul, corrector de líquido blanco, calculadora (opcional) básica o científica no programable y una hoja para respuestas.” (MEP 2003)

La política del MEP respecto al uso de calculadoras en la educación diversificada aparece en los Programas de Estudios de Matemática del 2001:

“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 más rápidamente, sino también, clarificar, acentuar y profundizar el concepto, es decir, obtener información de mayor valor cognoscitivo. Recuerde que la calculadora agiliza los procedimientos algorítmicos, los mecanismos que se llevan a cabo sin ningún razonamiento, por ello, no se debe tener temor en su uso pues de ninguna manera la calculadora atrofia el razonamiento de los estudiantes. La calculadora no resuelve problemas, no piensa ni razona, solamente agiliza los cálculos... Mediante el uso de la calculadora, se puede realizar numerosos ejemplos de cómo éstas coadyuvan en la resolución de situaciones problema, como contexto para explorar ideas matemáticas.” (MEP 2001)

Por lo tanto vemos que el MEP sugiere que se utilice la calculadora en el aula, sin especificar

su tipo, capacidad o potencialidad, para resolver situaciones problemáticas, clarificar, acentuar y profundizar en conceptos matemáticos y desarrollar pensamiento de más alto nivel cognitivo. Aquí cabría preguntar si los docentes en servicio reciben capacitación de parte del MEP para la utilización adecuada de calculadoras en el aula. También es importante conocer las razones para que no se permitan calculadoras programables, graficadoras o de otro tipo en las pruebas nacionales de matemática, o en su defecto, por qué se permite el uso de calculadoras científicas. ¿Las pruebas de bachillerato son diseñadas para que sean utilizados estos instrumentos tecnológicos?

2. Preguntas 76-80: Con respecto al uso de calculadoras sencillas (científicas, programables, graficadoras) y computadoras en la enseñanza de las matemáticas está

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> muy de acuerdo | <input type="checkbox"/> de acuerdo |
| <input type="checkbox"/> en desacuerdo | <input type="checkbox"/> muy en desacuerdo |
| <input type="checkbox"/> no sabe | |

El cuadro número 2 resume las respuestas.

Vemos que el 90% de los docentes están muy de acuerdo o de acuerdo con el uso de computadoras para enseñar matemáticas. Casi el 50% está en contra del uso de las calculadoras programables y cerca del 86% está a favor del uso de las calculadoras científicas.

Sobre el uso de las calculadoras científicas ya hemos comentado en la pregunta anterior. En cuanto al uso de computadoras para enseñar matemáticas, el alto porcentaje de las respuestas favorables se debe, en nuestra opinión, a que en la enseñanza primaria es muy frecuente el uso de la computadora, y ya no existen resistencias significativas de parte de los docentes y padres de familia a este respecto. La gran cantidad de café Internet en las zonas urbanas, y la presencia de computadoras en muchos hogares costarricenses hace que esta herramienta no sea extraña para estudiantes y docentes. En este sentido el programa PIE-MEP-FOD ha colaborado para popularizar a las computadoras como instrumentos didácticos. Pero de nuevo cabe preguntar si el MEP y la

Cuadro 2.
Consenso sobre el uso de calculadoras y computadora

	Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	No sabe	NS/NR
Calculadoras						
Sencilla	165 (25.8%)	306 (47.8%)	98 (15.3%)	58 (9.1%)	13 (2.0%)	
Científica	222 (34.7%)	327 (51.1%)	62 (9.7%)	18 (2.8%)	11 (1.7%)	
Programable	62 (9.7%)	175 (27.3%)	211 (33.0%)	101 (15.8%)	91 (14.2%)	
Graficadora	89 (13.9%)	221 (34.5%)	154 (24.1%)	68 (10.6%)	108 (16.9%)	
Computadora	273 (42.7%)	303 (47.3%)	21 (3.3%)	9 (1.4%)	33 (5.2%)	1 (0.2%)

Fundación Omar Dengo están desarrollando programas de capacitación en el uso eficiente de las computadoras para enseñar matemáticas.

3. Pregunta 81: ¿Cuáles de las siguientes herramientas de tecnología electrónica utiliza usted en sus lecciones?

- calculadora sencilla
 calculadora científica
 calculadora programable
 calculadora graficadora
 computadora otra (especifique)

En el cuadro número 3, podemos apreciar que el 88% de los docentes utilizan calculadoras científicas en sus lecciones de matemática mientras que el 90.2% no utiliza las calculadoras programables. Casi el 90% no utiliza calculadoras graficadoras y más del 80% no utiliza computadoras.

En este aspecto vemos una posible contradicción. De acuerdo a la pregunta anterior, el 90% de los docentes están muy de acuerdo o de acuerdo con el uso de computadoras para enseñar matemáticas, mientras que aquí vemos que el 80% no utiliza computadoras con sus estudiantes. ¿Por qué no utilizan una herramienta que consideran importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas? Una respuesta posible es que ellos no cuentan con tal herramienta para enseñar, o no tienen la formación o capacitación adecuada para hacerlo. También es posible que sus instituciones de trabajo no permitan que las computadoras de sus laboratorios, si es que existen, sean movidas del laboratorio a un salón de aula, o bien que no hay horarios disponibles para que un docente de matemática utilice el laboratorio. Considero que sería bueno procurar averiguar las razones de esta aparente contradicción. Una investigación importante consistiría en determinar cómo son utilizadas en el aula

Cuadro 3.
Herramientas tecnológicas utilizadas en las lecciones

	Ninguna	Sí	No	NS/NR
Calculadoras				
Sencilla	35 (5.5%)	398 (62.2%)	205 (32.0%)	2 (0.3%)
Científica	35 (5.5%)	563 (88.0%)	40 (6.3%)	2 (0.3%)
Programable	35 (5.5%)	26 (4.1%)	577 (90.2%)	2 (0.3%)
Graficadora	35 (5.5%)	35 (5.5%)	568 (88.8%)	2 (0.3%)
Computadora	35 (5.5%)	82 (12.8%)	521 (81.4%)	2 (0.3%)
No utiliza ninguna	35 (5.5%)			
Utiliza alguna	603 (94.2%)			

las calculadoras científicas y las computadoras por aquellos que respondieron sí.

4. Pregunta 82: Usted utiliza esas herramientas tecnológicas para (puede marcar varias)

- cómputo graficado
 estadísticas exploración
 simulación experimentación
 programación adquisición de conceptos
 resolución de problemas

Conforme el cuadro número 4, es sorprendente la respuesta dada en relación con el uso de la computadora o la calculadora para resolución de problemas (casi 80%). Sería importante observar en el aula para determinar si lo que se entiende por resolución de problemas es en realidad realizar cálculos rutinarios, hacer ejercicios repetitivos o si realmente significa resolver situaciones problemáticas.

La resolución de problemas es el corazón del programa de estudios de matemática para la educación diversificada, de acuerdo a las políticas del MEP:

“Interesan, en la Educación Diversificada, los procesos de Enseñanza y de Aprendizaje de la Matemática como herramientas, con la condición de que se hagan suficientemente accesibles para el estudiante, y por ello se exige dar prioridad a la resolución de problemas y no al aprendizaje de los aspectos formales de la disciplina.”

Además se agregan las siguientes recomendaciones relacionadas con las características de los problemas:

Plantear problemas en los cuales los contextos sean bien variados: problemas de la vida cotidiana, ficticios, matemáticos, juegos, etc. Variar la forma de presentación: a través de un texto, oralmente, con material gráfico, con material concreto, etc. Plantear problemas sin preguntas, donde se busca que los alumnos las formulen, y problemas con exceso de datos o en los cuales hacen falta datos, problemas que admiten una o varias respuestas y en los que las respuestas pueden ser o no numéricas. Problemas que se resuelven con los contenidos que se están estudiando, y otros en los cuales se apliquen procedimientos de razonamiento lógico, en los cuales no se necesita más que el ordenamiento lógico de ideas y la aplicación de conocimientos básicos.

Por lo tanto la prioridad explicitada en el programa es la resolución de problemas que tienen que ver con la vida cotidiana, problemas ficticios, que pueden resolverse mediante distintas estrategias y heurísticos, problemas novedosos, problemas que constituyan un verdadero reto para los estudiantes.

La enseñanza de la resolución de problemas ganó importancia con la obra *How to solve it?* de George Polya, editada en el año de 1945. En ella

Cuadro 4.
Estrategias de uso de calculadoras y computadora

	No aplica	Si	No	NS/NR
Cómputo	35 (5.5%)	130 (20.3%)	473 (73.9%)	2 (0.3%)
Graficado	35 (5.5%)	63 (9.8%)	540 (84.4%)	2 (0.3%)
Estadística	35 (5.5%)	125 (19.5%)	478 (74.7%)	2 (0.3%)
Exploración	35 (5.5%)	103 (16.1%)	500 (78.1%)	2 (0.3%)
Simulación	35 (5.5%)	40 (6.3%)	563 (88.0%)	2 (0.3%)
Experimentación	35 (5.5%)	110 (17.2%)	493 (77.0%)	2 (0.3%)
Programación	35 (5.5%)	25 (3.9%)	578 (90.3%)	2 (0.3%)
Adquisición de conceptos	35 (5.5%)	180 (28.1%)	423 (66.1%)	2 (0.3%)
Resolución de problemas	35 (5.5%)	503 (78.6%)	100 (15.6%)	2 (0.3%)

se ilustra, por primera vez, un camino didáctico hacia la enseñanza de la resolución de problemas.

Según CAMPISTROUS y RIZO (2001), un problema es cualquier situación en la que hay un planteamiento inicial y una exigencia que obliga a transformarlo. Además, agregan, la vía para pasar de la situación o planteamiento inicial a la nueva citación exigida tiene que ser desconocida y la persona debe querer hacer la transformación. Por lo tanto, en la selección de los problemas hay que tener en cuenta no solo la naturaleza de la tarea, sino también los conocimientos que la persona requiere para su solución y las motivaciones para realizarla. Así, lo que puede ser un problema para una persona puede no serlo para otra, o bien porque ya conoce la vía de solución o porque no esté interesado en resolverlo.

En vista de lo anterior, enfatizamos la importancia de investigar si los problemas planteados o resueltos por los docentes y con el apoyo de las herramientas tecnológicas son realmente problemas, como quedó descrito arriba.

Por otro lado, casi el 30% afirma utilizar la tecnología indicada para adquirir conceptos. Considero importante observar qué metodologías se utilizan para lograr este propósito.

Observamos también que es casi nulo el uso de la calculadora o computadora para la programación y la simulación. La programación ayuda a desarrollar el pensamiento lógico formal en el estudiante, mientras que la simulación posibilita reproducir situaciones que serían riesgosas y costosas de reproducir en un laboratorio, y facilita la construcción de ciertos conceptos matemáticos (DE FARIA 2002).

Cuadro 5.
Acceso a Internet

Acceso	Personal	Institucional
Si	247 (38.6%)	194 (30.3%)
No	391 (61.1%)	444 (69.4%)
NS/NR	2 (0.3%)	2 (0.3%)

5. Pregunta 83: ¿Tiene usted acceso a Internet? Si No

6. Pregunta 84: ¿Existe en su colegio el servicio de uso de Internet? Si No

Vemos, en el cuadro número 5, que más del 60% de los docentes no tiene acceso personal a Internet, mientras que casi el 70% de los colegios de los docentes que respondieron el cuestionario no tienen servicio de Internet.

Si Costa Rica realmente quiere convertirse en la capital de alta tecnología de América Latina, y si existiera la voluntad política para aplicar la ley de promoción del desarrollo científico y tecnológico, dedicaríamos más esfuerzos para que todas las instituciones de enseñanza pública tuvieran laboratorios con acceso a Internet para fines educativos, y para que todos los docentes fueran capacitados para usar eficientemente esta herramienta que también constituye un peligro y un desafío para la enseñanza y el aprendizaje en general, y de las matemáticas en particular.

7. Pregunta 85: ¿Considera que el uso de Internet le ayuda en la preparación de sus labores docentes?

mucho algo poco muy poco
 no lo utilizo con esos fines

Observamos en el cuadro número 6, que apenas para cerca del 30% de los docentes Internet consiste de apoyo en su labor educativa. Inferimos que la mayoría de ellos no utiliza este instrumento en

Cuadro 6.
Internet como apoyo didáctico

	Abs.	Rel.
No aplica	302	47.2%
Mucho	105	16.4%
Algo	83	13.0%
Poco	22	3.4%
Muy poco	18	2.8%
No lo utiliza con esos fines	96	15.0%
No sabe	14	2.2%

sus labores docentes debido a la falta de acceso o de capacitación en el uso del mismo. Nuestra posición en este punto, es que la Internet, las páginas web, los grupos de discusión sobre ciertos temas de interés matemático, las aplicaciones didácticas contenidas en la red y otros recursos como por ejemplo las revistas virtuales de matemática, son oportunidades que nosotros los docentes y nuestros estudiantes deberíamos de utilizar en nuestras instituciones de trabajo.

CONCLUSIONES

Consideramos que las nuevas tecnologías no disminuyen en nada el papel de los docentes, muy al contrario, demandan una mayor participación activa así como una actitud más crítica respecto a su quehacer y al de sus estudiantes. Además, pensamos que estas herramientas modifican profundamente nuestra práctica, creencias y constituyen una posibilidad que no debemos desaprovechar. Debido a esto, se plantea la necesidad absoluta de que la formación inicial, y más aún la formación continua, de los docentes les permita conseguir un dominio real de esos nuevos instrumentos.

Hay que elaborar un currículo tal, que permita a esas tecnologías convertirse en auténticos instrumentos, lo que supone que los docentes acepten analizar críticamente sus prácticas pedagógicas. Por otro lado, hay que hacerles ver también claramente las modificaciones profundas que esas nuevas tecnologías originan en el proceso de cognición y afectivo. A nuestro juicio vale la pena hacer esfuerzos para entender estos cambios que las tecnologías están produciendo, y procurar sacar provecho de las mismas para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

REFERENCIAS

Astorga, A. y A. Sánchez 1999. Enseñanza de la matemática asistida por computadora: experiencia en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Memoria del I Congreso Internacional de Enseñanza de Matemática Asistida por Computadora. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Barrantes, F. 2001. "Uso de la calculadora en el proceso educativo". *Memoria del II Congreso Internacional de Enseñanza de Matemática Asistida por Computadora*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Campistrous, L. 2001. "Curso especial Geometría y resolución de problemas". *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, Vol. 14. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Cetto, A. y H. Vessuri 1998. *Informe mundial sobre la ciencia*. Santilla/Ediciones UNESCO.

De Faria, E. 1993. "Cálculo diferencial e integral con apoyo de la calculadora HP 48". *Memorias de la Séptima Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa*. Panamá.

De Faria, E. 2002. "Simulación: un recurso didáctico para la construcción de conceptos matemáticos". *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, Vol. 15, Tomo 2. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

De Faria, E. y A. Castro 2002. "La investigación sobre el uso de la calculadora en la enseñanza y aprendizaje de la matemática". *Memorias en CD VIII Encuentro Nacional de Investigadores en Educación*. San José: Universidad Estatal a Distancia.

Ministerio de Educación Pública, 2003. *Prueba de bachillerato ordinaria diurna, Matemática*. San José: MEP.

Ministerio de Educación Pública, 2001. *Programa de Estudios de Matemática para la Educación Diversificada*. San José: MEP.

Morales, O. y K. Riviera 1994. "Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico. En Ciencia y Tecnología: Un nuevo modelo para el desarrollo de Costa Rica". San José: Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Peralta T., R. Berty, V. Buján y M. Jiménez 1991. "El uso de la calculadora en la transición del pensamiento concreto al pensamiento semi-concreto y simbólico en la matemática de segundo y cuarto años de la Educación General Básica. Costa Rica". Informe Final de Investigación. San José: IMEC, U.C.R.

RECONOCIMIENTOS

Parte de la investigación que fundamenta este artículo forma parte del proyecto número 820-95-261, "La enseñanza de las matemáticas en Costa Rica: un balance histórico" realizado con el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación y de la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica.