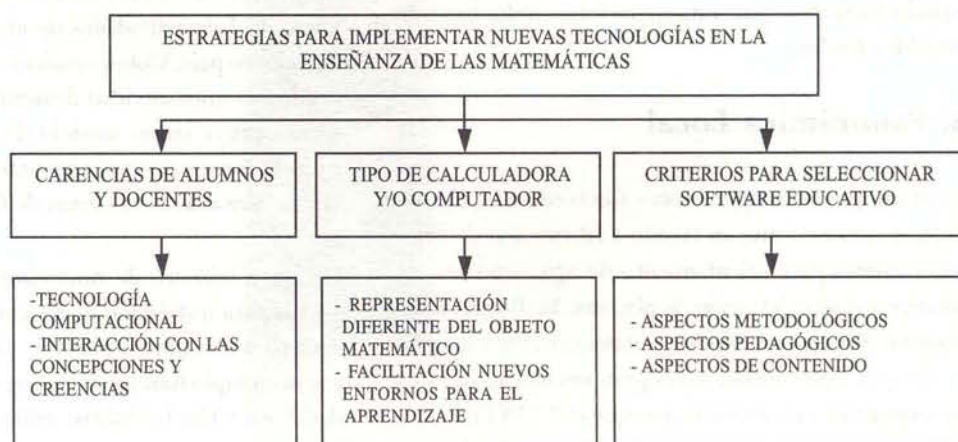


ESTRATEGIAS PARA IMPLEMENTAR NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Jorge Enrique Montaña Mesa*

1. Introducción

Para aprovechar la utilidad de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas y para desarrollar y entender mejor sus aportes y limitaciones se necesita que los docentes y las instituciones de las cuales forman parte elaboren estrategias que impliquen trabajar sobre los siguientes aspectos:



Palabras Claves

Enseñanza
Matemáticas
Nuevas Tecnologías
de Enseñanza
Software Educativo
Calculadoras

2. Creencias y Concepciones de Alumnos y Docentes

Un punto fundamental en la introducción del uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de las matemáticas en contextos académicos consiste en superar las representaciones cotidia-

*Licenciado en Ciencias de la Educación Universidad Pedagógica Nacional, Especialista en Edumática. Especialista en Docencia de las Matemáticas y la Física, Docente de tiempo completo ocasional adscrito a la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

nas que tanto maestros como alumnos tienen sobre la pertinencia, influencia y consecuencias de esta introducción en las aulas de clase.

Es una creencia generalizada que el uso de una calculadora en los primeros años de la educación básica impediría que los alumnos aprendan los hechos básicos y fundamentales sobre el cálculo numérico. O dicho de otra manera, que la introducción de una calculadora tempranamente en la escuela no permitiría el aprendizaje apropiado de los conceptos fundamentales de la aritmética elemental. Este tipo de creencias derivan en otras de carácter más general en las que se plantea abiertamente que la utilización de calculadoras o de software especializado para la enseñanza de las matemáticas sólo puede darse después de que los alumnos de una u otra forma hayan conceptualizado, por vías usuales, aquellos conceptos que se quiere que aprendan y manejen. Por lo tanto calculadoras y computadores son más bien instrumentos para la aplicación de lo aprendido, que elementos que permitan problematizar los conceptos enseñados. Sin embargo no debe relegarse a un segundo plano el uso de estas nuevas herramientas, pues de entrada se está limitando su potencialidad, pero tampoco se pueden sobrevalorar las dimensiones de los aportes que pueden dar, pues se estarían dejando de lado otros procesos de conceptualización igualmente importantes.

Tampoco puede llegarse hasta el extremo de la ilusión romántica, en la que se piensa que en el uso de calculadoras y computadores se encuentra la solución de todos los problemas y dificultades de la enseñanza de las matemáticas. Hoy en día está ampliamente cuestionada aquella visión futurista del aula "*llena de tecnología en la que el profesor ha sido reemplazado por un programa de computador para la enseñanza*"¹.

Es indispensable por lo tanto que se explore cuál es el conjunto de creencias y concepciones de docentes y alum-

nos, para tomar conciencia de los obstáculos que ellas originan con respecto a la implementación en el aula de estas nuevas herramientas tecnológicas y así tomar correctivos necesarios. "*Los investigadores en educación matemática, teniendo como propósito la mejora de la enseñanza de las matemáticas, deben examinar cómo la disponibilidad de la tecnología computacional puede interactuar con las creencias y capacidades del profesor y con las restricciones institucionales y sociales*"².

3. Uso de Calculadoras y/o Computadores

La tecnología se convierte en un nuevo ambiente para trabajar representaciones formales de objetos y relaciones matemáticas. A diferencia de otros ambientes de aprendizajes, el recurso tecnológico proporciona de manera inmediata una retroalimentación de las acciones de un estudiante en el mismo sistema de representación en el que está trabajando permitiéndole su mirada como un fenómeno matemático, y facilitando de esta manera una amplia y directa experiencia matemática.

Este nuevo campo de simbolización modifica el nivel de realidad del concepto matemático, porque la asocia a un campo de experiencias diferentes. De aquí surge la expresión de "*matemática electrónica*" diferente de "*matemática con lápiz y papel*", porque son dos maneras de pensar que tienen asociados campos fenomenológicos diferentes y que ponen de manifiesto unas posibilidades de pensar la matemática desde un nivel de experiencia nuevo, al que antes no se tenía acceso.

Las calculadoras y los computadores proporcionan vías para hacer matemáticas que no se habían contemplado hace más de 30 años. La principal vía es la manipulación directa con objetos y relaciones matemáticas: "*una nueva experiencia de realismo matemático*"³.

1 KILPATRICK, J. *Investigación en Educación Matemática. En Educación Matemática. LUIS RICO y PEDRO GÓMEZ. Vol 3, No 2, 1994, p. 1-18*

2 KILPATRICK, J., *op. cit.*, p. 1-18

3 BALANCHEFF, N y KAPUT, J. *Computed Based Environment in Mathematics. En: International Handbook of Mathematical Education, Bishop, Kluwers Academic Publishers, 1996*

Sin embargo, en el papel de docentes es necesario indagar cómo lograr el punto de equilibrio en el cual no se sobrevaloren ni se relegan a un segundo plano la utilización de las nuevas herramientas tecnológicas; para esto debe determinarse la necesidad, pertinencia y sentido de una calculadora o un computador en el aula de clase. Lo fundamental, por lo tanto, radica en determinar en qué tipo de situaciones (proyectos, problemas) estos equipos son herramientas importantes para la solución. Así, no tendrá sentido su utilización cuando el conjunto de actividades puede ser realizada tan eficientemente (quizás con más eficiencia) por otros medios. Por ejemplo, tienen razón las personas que argumentan en contra de las calculadoras cuando estas se usan para realizar cálculos elementales de manera automática; pero pueden ganar mucho sentido cuando se utilizan para la solución de un problema significativo, así sea para realizar cálculos elementales. De esta manera el poder de las nuevas tecnologías no reside tan sólo en su utilización en las aulas de clase, sino en la búsqueda de su integración con el conocimiento matemático.

Así pues, el uso de las calculadoras gráficas y de los computadores en el aula de matemáticas no debe ser un fin en sí mismo, sino un medio para lograr un mejoramiento tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de las matemáticas. Para decidir cuál es la mejor forma de utilizar

estas herramientas deben analizarse muchos factores: contenidos y secuencia de los mismos, métodos de enseñanza, los roles de los profesores y alumnos, la organización del tiempo de la clase, el proceso de aprendizaje y aspectos relacionados con la competencia de los docentes de matemáticas.

En el momento de escoger qué calculadora emplear o qué software utilizar es importante buscar aquellos que puedan hacer uso de principios matemáticos poderosos, es decir, que se puedan utilizar en gran variedad de situaciones importantes y al mismo tiempo empleen elementos de la tecnología actual que seguirán siendo importantes en la siguiente generación de tecnología, de programas y de paquetes.

Florez⁴ propone como elementos fundamentales la posibilidad de trabajar con algoritmos, construcciones, iteraciones y reexcursión. Por ejemplo la estrategia hipertextiva para explorar funciones hace uso de la capacidad de las calculadoras para graficar, rastrear y agrandar, permite un tratamiento adecuado de los diversos problemas relacionados con funciones (cero, máximos y mínimos, ecuaciones simultáneas) y al mismo tiempo permite el acceso a estos temas por parte de alumnos a los que previamente les había quedado vedado el acceso por su preparación deficiente en el manejo algebraico de expresiones simbólicas. Utilizando estas estrategias poderosas de la calculadora se amplía el rango de problemas que se puede abordar, pues hasta ahora en las matemáticas se tratan sólo aquellos casos para los cuales existe una fórmula explícita de solución. Por ejemplo, se restringe la búsqueda de ceros a polinomios de segundo grado, en donde se aplica la fórmula cuadrática, o se resuelven ecuaciones trigonométricas donde el uso de alguna identidad trigonométrica permite simplificar el problema. Utilizando un enfoque gráfico no existe esa limitación para resolver problemas de funciones; además, la estrategia permite el acceso a temas complejos de funciones, a estudiantes que de otra forma se verían excluidos de ellos.



4 FLOREZ, A. (1995). *Explorando Funciones con una Calculadora Gráfica. Educación Matemática, Vol. 7, No 1, p. 125-133.*

Otra característica importante radica en la posibilidad de investigación interdisciplinaria que ofrece el uso de nuevas tecnologías. Con ellas es posible integrar proyectos de distintas áreas en los cuales el computador y las calculadoras posibiliten la realización de tareas rutinarias, y de esta manera dedicar los esfuerzos personales al análisis y comprensión de los fenómenos estudiados.

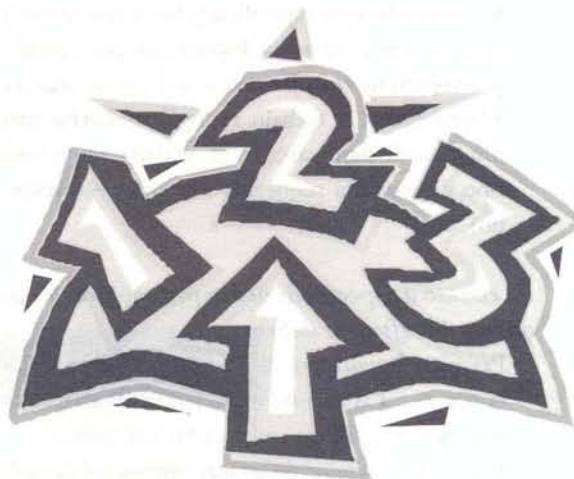
4. Criterios para Seleccionar Software Educativo

A partir de la *revolución informática* en curso se intensifica el interés por el software en la enseñanza. Sin embargo, esta práctica carece en muchos aspectos de un marco teórico que la sustente y la encuadre como metodología específica de la conducción del aprendizaje. Esto es, en parte, debido a que los docentes carecen en general de formación específica en la utilización de software educativo y en muchos casos recurren al técnico en informática, cuyo papel se ha sobreestimado, al delegar en él la responsabilidad del diseño del proceso. De esta manera, se observa que es el docente quien se pone al servicio de la herramienta informática, modificando sus creencias con respecto a la naturaleza del aprendizaje que desea lograr.

Al seleccionar software es fundamental considerar el contexto educativo en el que se está utilizando, ya que si la propuesta pedagógica o didáctica es incorrecta o poco clara, entonces el software no podrá cumplir su función, por muy bueno que sea.

Teniendo en cuenta lo anterior se hace necesario proponer algunos elementos de análisis que le permitan a los docentes evaluar el software que se produce en el mercado, para establecer las posibles aplicaciones del software como estrategia didáctica. Estos elementos tienen que ver con:

- La identificación de los objetivos que se pretenden con la utilización del software
- Los contenidos que se quieren desarrollar
- Las estrategias de motivación y refuerzo coherentes con los contenidos que se van a desarrollar



- La forma de presentación y utilización del software
- La propuesta de evaluación.

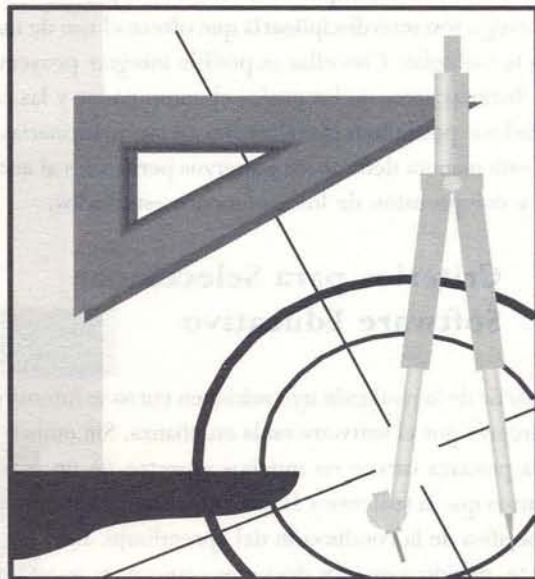
De acuerdo con estos elementos, algunos criterios para la selección de software educativo pueden ser los siguientes:

- *En el orden metodológico, que tenga las siguientes facilidades:*
 - Presente ayuda en cualquier momento
 - Tenga opción de adelantar, retroceder o ir al menú
 - Posea información acerca de la opción escogida
 - Posea glosario disponible en cualquier momento
 - Tenga claras especificaciones para el manejo del software
 - Tenga un fácil acceso por parte del usuario
 - Cuento con Manual de Docente y de Estudiante
 - Permita el trabajo en equipos
 - Permita leer en forma rápida y comprensiva, gracias al tamaño y tipo de fuente empleado
 - Presente elementos para la evaluación del desempeño del estudiante
 - Permita dar sentido a los entornos de aprendizaje, micromundos, contextos y situaciones propuestas
 - Sirva de apoyo y complementación en el área de matemáticas
 - Ayude al estudiante a ubicar y desarrollar sus capacidades, más que a tratar de superar sus limitaciones

- Se acomode a las especificaciones técnicas de los equipos que se tienen a disposición, por ejemplo: posibilidad de trabajar con uno o varios usuarios, adaptabilidad al trabajo en red, requerimientos mínimos de hardware, tipos de drive requeridos, tipo de pantalla requerida (de alta resolución o no), etc.

• **En cuanto a aspectos de orden pedagógico, los paquetes de software deben:**

- Permitir la construcción y comprensión de los conceptos a través de experiencias y actividades prácticas y significativas para los alumnos
- Dar la oportunidad de aplicar procesos de resolución de problemas, de argumentación, de modelación, de comunicación y de aplicar distintos procedimientos
- Propiciar la interacción del alumno con las matemáticas y con el computador, desarrollando la capacidad para formular hipótesis, para confrontarlas, modificarlas y descartarlas en el caso que no sean válidas
- Orientar en la realización de las actividades o en la búsqueda de las soluciones con ayudas que refuerzan sin recurrir a dar la respuesta inmediatamente
- Ofrecer a docentes y alumnos la posibilidad de vivir experiencias que con otros medios difícilmente se pueden llevar a cabo
- Presentar en forma progresiva diferentes niveles de profundidad tanto en el desarrollo de los distintos aspectos del currículo como en los ejercicios y problemas de aplicación
- Ser una alternativa interesante, agradable, divertida y contribuir a despertar la motivación de los alumnos hacia las matemáticas
- Abordar temas novedosos y actualizados del currículo de matemáticas, como conceptos de probabilidad, de movimientos rígidos en geometría, de conceptos, estadísticos, de estimación de cantidades y cálculos, entre otros
- Presentar varias alternativas para seleccionar el trabajo a realizar, dando la oportunidad a los alumnos de seguir por caminos diferentes propiciando la toma de decisiones.



- Evaluar inmediatamente las sugerencias de los estudiantes, posibilitándoles el análisis de los alcances y limitaciones de sus ideas
- Proponer métodos que permitan desarrollarse de una mejor manera que en el texto o en el cuaderno; es decir, no cumplir con la misma función de ellos, trasladando solamente las páginas del texto a la pantalla
- No presentar errores de contenido matemático ni conceptos ambiguos.

• **Finalmente, los aspectos de contenido que deben revisarse son:**

- El material debe ser apropiado para la población objeto
- El material debe poseer validez actual
- El manejo del vocabulario debe ser apropiado con el tema y el nivel de formación
- La aprehensión de los conceptos debe reforzarse con ejemplos que ilustren aspectos claves del contenido
- El material debe ser presentado en forma agradable y mantener el interés del estudiante
- Deben presentarse suficiente ejercicios para entender el contenido con diferentes niveles de dificultad

- El nivel de complejidad debe ser el apropiado para la población objeto.
- El manejo del lenguaje debe ser apropiado al tema
- El software debe permitir que el usuario pueda adaptar contenidos, ayudas, entre otros, de acuerdo con las necesidades presentadas.

Una vez revisados estos aspectos, los docentes podrán garantizar una adquisición adecuada de una herramienta tecnológica que facilitará su trabajo y posibilitará para el estudiante mayores exploraciones a las que puede acceder si accede solamente a las formas tradicionales de enseñanza de las matemáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **BALANCHEFF, N., KAPUT, J.** Computer Based Enviroments in Mathematics, International Hondbook of Mathematical Education, Bishop, A et al (eds), Kluwer Academic Publishers, 1996
 - **BALDERAS, P.** Experiencias con el Uso de un Graficador en la Enseñanza del Cálculo en la Escuela Nacional Preparatoria. Educación Matemática. Vol 5 No 3, 1993
 - **CABALLERO, P.** y otros. Estados de la Práctica sobre Informática Educativa en Colombia. Instituto Ser de Investigación, Santa Fe de Bogotá, 1996
 - **FLOREZ, A.** Explorando Funciones con una Calculadora Gráfica. Educación Matemática, Vol 7 No 1, 1995
 - **GALVEZ, G., ABELLANO M., TÉLLEZ, M.A** (1994). La Calculadora en la Escuela. Programa MECE. Ministerio de educación, Santiago de Chile.
 - **KILPATRICK, J.** Investigación en Educación Matemática: Su Historia y Algunos Temas de Actualidad. Educación Matemática. Luis Rico y Pedro Gómez (Eds), Santa Fe de Bogotá, 1994
 - **VASCO, C.E.** Algunas Reflexiones sobre Pedagogía y Didáctica. Ministerio de Educación Nacional, Serie Pedagogía y Currículo, No 4, Santafé de Bogotá, 1990
-