

## Las tecnologías de la información y la comunicación en la construcción del conocimiento matemático. Algunos criterios teóricos

Víctor S. Riveros V.

Universidad del Zulia

*vsriverosv@cantv.net*

---

### Resumen

Las TIC en la enseñanza impone un reto que requiere acciones prontas, eficaces y concretas, que conduzcan a transformaciones pedagógicas y metodológicas en un marco educativo completo. Esta investigación tiene como propósito enunciar algunos criterios teóricos del uso de las TIC en la construcción del conocimiento matemático, sustentado en los trabajos de Marqués (2000), Riveros (2004), Cabero (2007), Roig (2007) entre otros. La metodología empleada es de tipo cualitativo, basada en la indagación documental. Las teorías consultadas se interpretaron en forma deductiva para establecer los argumentos relacionados con: 1) Las TIC y sus aplicaciones en el entorno educativo y 2) Las tecnologías en la construcción del conocimiento matemático. La indagación permite concluir que la interacción entre la tecnología, el docente y el alumno está cambiando la visión que los actores tienen del contenido matemático y del proceso didáctico. Este es el mayor aporte de la tecnología a la educación matemática.

**Palabras clave:** Tecnologías de la comunicación y la información, entorno educativo, educación matemática.

## Information and Communication Technologies (ICTs) in Constructing Mathematical Knowledge. Some Theoretical Criteria

---

### Abstract

In education, ICTs pose a challenge that requires prompt, effective and concrete actions leading to pedagogical and methodological changes in a comprehensive educational framework. The purpose of this research is to express some theoretical criteria for using ICTs to construct mathematical knowledge, based on the work of Marques (2000), Riveros (2004), Cabero (2007) and Roig (2007), among others. The methodology is qualitative, based on documentary research. The theories consulted were interpreted deductively to establish arguments related to: (1) ICTs and their applications in the educational environment, and (2) technologies in constructing mathematical knowledge. Conclusions are that the interaction between technology, teacher and student is changing the vision these actors have about mathematical content and the learning process. This is the biggest contribution of technology to mathematics education.

**Keywords:** Mathematics education, information and communication technologies, learning environment.

### Introducción

Hablar hoy de la calidad de la educación supone examinar los procesos, acciones prácticas que sucedan en el quehacer diario en las aulas, y donde todos los elementos intervinientes deben ser tomados en consideración, para que esta redunde en el beneficio de los alumnos. De ahí que el rol del docente en su quehacer cotidiano deba ser importante en todas las áreas, en particular, en el campo de la matemática, porque como disciplina contribuye al logro de metas generales de

la educación que contempla una triple finalidad: la cultural, al introducir al alumno en el espíritu de la época y en la transmisión del patrimonio científico; la lógico-psicológica, al contribuir a la conceptualización de lo real en los niños y desarrollar su capacidad inductiva-deductiva; y la práctica, al lograr aplicaciones en otras ciencias, en el campo de la técnica y en la vida cotidiana, o al formar una diversidad de competencias matemáticas para una variedad de usos profesionales (González, 1994).

La matemática es una forma de aproximación a la realidad. Por lo que es necesario cuidar y cultivar la intuición en general, la manipulación operativa del espacio y de los mismos símbolos. Es preciso no abandonar la comprensión de lo que se hace, pero no se debe permitir que este esfuerzo por entender deje pasar a segundo plano los contenidos intuitivos de la mente en su acercamiento a los objetos matemáticos. Si la matemática es una ciencia que participa mucho más de lo que hasta ahora se pensaba de carácter empírico, sobre todo en su invención, que es mucho más interesante que su construcción formal, es necesario que el trabajo en ella se realice teniendo en cuenta la experiencia y la manipulación de los objetos de los que surge. La formalización rigurosa de las experiencias iniciales corresponde a un estadio posterior. A cada fase de desarrollo mental, como a cada etapa histórica o a cada nivel científico, le corresponde su propio rigor.

Por lo tanto, la matemática brinda elementos de importancia para el proceso vital y permite al educando entenderla y, más aún transformarla, porque:

- En su nivel más elemental, responde a inquietudes prácticas relacionadas con la necesidad de ordenar, cuantificar y crear un lenguaje para las transacciones comerciales.
- En sus niveles más articulados, es una forma de razonar, de enfrentar la resolución de problemas y llegar hasta las consecuencias últimas de un supuesto. No es un cuerpo de conocimientos desconectados de la experiencia vital, sino una de las tantas formas con que cuenta la persona para entender su entorno, para organizarlo y sacar provecho de él.
- Contribuye al desarrollo del pensamiento lógico, ya que aumenta los procesos mentales para el razonamiento, el tratamiento de la información y la toma de decisiones.
- La comunicación entre individuos se ve favorecida por el lenguaje matemático. Los números, la geometría, la estadística y la probabilidad, por ejemplo, son conocimientos que permiten a los individuos de diversas culturas e idiomas el poder entenderse.
- La matemática es el fundamento de la mayoría de las disciplinas científicas. El éxito del alumno en sus estudios académicos y en su vida laboral misma, está condicionado a su capacidad para entender las relaciones matemáticas básicas, poder comunicarlas y seguir su método de razonamiento.
- Todo esfuerzo de abstracción, debe ir un poco más allá de la

realidad cotidiana y generar nuevas ideas, nuevos conceptos y teorías, lo que demanda una disciplina de pensamiento, una rigurosidad analítica y un entrenamiento mental que se puede afianzar a través del estudio de la matemática.

En definitiva, la matemática sirve para el mejor entendimiento del individuo con su realidad y las relaciones con sus semejantes. En tal sentido, es un medio más en el proceso de formación del docente y alumno, de preparación para la vida en sociedad. Dominar la matemática y, más aún, poder enseñarla, constituye una de las metas de todo plan de formación. En la medida que esa perspectiva y el entusiasmo que la enmarca se mantengan dentro de la educación, será posible plantear la formación de un individuo proactivo y capacitado para la vida en sociedad (Riveros, 2004).

La matemática es una de las disciplinas que va paralelamente con el desarrollo computacional, no obstante la introducción del computador como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje se está llevando a cabo, en el país, en forma muy lenta. Todavía los diseños de las aulas de clases cotidianas no tienen en cuenta la existencia de esta herramienta, añadiendo, además, que en el ámbito organizacional tampoco se tiene a ésta como una herramienta de trabajo del docente (Riveros, 2002).

La aparición de herramientas tan poderosas como la calculadora, el computador entre otros han comenzando a influir fuertemente en los intentos por orientar la educación matemática adecuadamente. Sin embargo, por diversas circunstancias como costo, inercia, novedad, falta de preparación de los docentes, hostilidad de algunos, etc., aún no se ha logrado encontrar moldes plenamente satisfactorios. Este es uno de los retos importantes. Se puede presentir que la forma de enseñanza y sus mismos contenidos tienen que experimentar drásticas reformas. El acento habrá que ponerlo, también por esta razón, en la transmisión de los procesos de pensamiento propios de la matemática, más bien que en la mera transferencia de contenidos. La matemática es sobre todo, saber hacer; es una ciencia en la que el método predomina sobre el contenido. Por ello se concede una gran importancia al estudio de las cuestiones en buena parte colindantes con la psicología cognitiva, que se refieren a los procesos mentales de resolución de problemas (Riveros, 2004).

En consecuencia, el uso del computador y la calculadora están revolucionando la enseñanza de la matemática. Por lo que, es necesario, en primer lugar, que se entienda al computador como una herramienta de aprendizaje y un medio de comunicación entre el alumno y el docente. Este último, en el papel

de co-explorador de los conceptos matemáticos. Esto permitirá enfatizar la elaboración y validación de conjeturas y pruebas, la formulación de problemas, el descubrimiento de propiedades y la construcción de modelos, eliminando el exceso de manipulaciones simbólicas. Pero sobre todo, rescata la idea de que el alumno es responsable de su propio aprendizaje.

Por otra parte, existe la conciencia, cada vez más acusada, de la rapidez con la que, por razones muy diversas, se va haciendo necesario traspasar la prioridad de la enseñanza de unos contenidos a otros. En la situación de transformación vertiginosa de la civilización, donde los procesos verdaderamente eficaces de pensamiento, que no se vuelven obsoletos con tanta rapidez, es lo más valioso que se puede proporcionar a los alumnos. En el mundo científico e intelectual tan rápidamente cambiante, vale mucho más hacer acopio de procesos de pensamiento útiles que de contenidos que rápidamente se convierten en ideas inertes, que no son capaces de combinarse con otras para formar zonas dinámicas, suficientes para abordar los problemas del presente.

Esas realidades comprenden, también, en muchos casos la escasez de docentes debidamente capacitados, la persistencia de diversos problemas de infraestructura, la discontinuidad en los proyectos emprendidos y la estrechez económica

siempre vigente, sin olvidar la falta de una política seria en lo que respecta al uso de las TIC en el quehacer educativo (Riveros, 2004).

La matemática, como una de las disciplinas que confronta la situación antes expuesta, juega un papel primordial en la formación intelectual del alumno, disciplina que incide directamente sobre las estructuras mentales, y donde conducir el proceso de enseñanza y aprendizaje de ésta, implica crear escenarios adecuados para facilitar en el alumno, el desarrollo lógico matemático que a la vez satisfaga sus necesidades. Sin embargo el comportamiento del docente en el aula se caracteriza, en la mayoría de los casos, por el uso casi exclusivo de la estrategia expositiva, limitando la participación del alumno y anulando su interacción con el docente, el medio y los recursos (Riveros, 1997). Además, a la hora de administrar algunos conocimientos se observan debilidades sobre todo en cuanto al uso de las TIC para la comunicación de los contenidos correspondientes (Riveros y Castro, 1998). El resultado es un aprendizaje sin significado, con duración a corto plazo, no decodificado, sin integración y, en consecuencia sin trascendencia para la vida del aprendiz.

Partiendo de las premisas anteriores cabe preguntarse: ¿Cuál es la relación de las TIC y la enseñanza de la matemática?, ¿cómo aplicar

las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la matemática?

Atendiendo a las interrogantes anteriores se presentan algunas consideraciones acerca de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la construcción del conocimiento matemático, cuyo objetivo es *enunciar criterios teóricos del uso de las TIC en la construcción del conocimiento matemático*.

Es importante señalar que el proceso de búsqueda que se usó para lograr el propósito antes mencionado fue el relacionado con el paradigma dominante de investigación, el "*cuantitativo*" (Pérez, 1998:26), y la construcción teórica se fundamentó en el método *deductivo*, con base en la indagación documental y la revisión bibliográfica de las propuestas de distintos autores.

### **1. Las TIC y sus aplicaciones en el entorno educativo**

La utilización de las TIC para ser aplicadas al proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática se enmarcan dentro de las siguientes actividades: sugerir a los alumnos el acceso a los diarios y revistas desarrollados específicamente para la Web y que tratan temas variados; participación en foros o listas de discusiones; acceso a la video conferencia, que permite la transmisión no sólo de voz, sino también de datos, imágenes fijas o en movimiento

y sonidos, en forma combinada y en tiempo real.

En matemática el reto es mayor, dado que el uso de las TIC ha hecho viable el manejo dinámico de los objetos matemáticos, al recorrer de forma interactiva distintos registros de representación: contextual, numérico, algebraico, analítico, visual; los cuales se pueden explorar de manera consistente y manipular directamente, y cuantas veces sea necesario, situación que es difícil de lograr con los recursos educativos tradicionales como la pizarra y la tiza.

Es por esto que se hace necesario presentar algunas consideraciones al respecto.

*El correo electrónico*: es la transmisión de correspondencia a través de canales de comunicación en red, por medio del computador, y que combinan las técnicas usadas por el teléfono y el correo tradicional. Es decir, es un servicio de envío y recepción de mensajes de una cuenta de correo a otra, con la diferencia de que el mensaje viaja de forma electrónica a través de la red y no físicamente como se hace en el correo tradicional. Es posible aprovechar, con una previa intencionalidad, el correo electrónico como una de las mejores herramientas de comunicación en red. A través de algunas investigaciones se ha comprobado que el intercambio de mensajes digitales afianza la confianza y la li-

bertad de expresión dentro de la comunidad académica.

*La video conferencia:* es una forma de comunicación verbal y no verbal bidireccional a tiempo real, que intercambia audio y video o sólo audio. Permite el intercambio de documentos. La videoconferencia facilita el seguimiento visual y la percepción del contexto en el que tiene lugar la comunicación. La comunicación puede establecerse entre dos o entre pequeños grupos. Permite actividades de demostración o motivación, reuniones de trabajo, asesorías en grupo a tiempo real, charlas con expertos.

*El Chat:* Hernández (2003) considera que la planeación previa de una sesión de chat posibilita el desarrollo del trabajo cooperativo, la evaluación formativa, la interacción grupal y la creación de comunidades virtuales de aprendizaje. El chat, por tratarse de una herramienta sincrónica (tiempo real) requiere de la planificación de cada sesión de trabajo académico donde es importante acordar los siguientes aspectos: horario de utilización, agenda de actividades, roles de los asistentes, entre otros. Al finalizar la sesión, el profesor debe recoger el registro y entregarlo a la persona encargada de realizar la relatoría o acta resumen, el único propósito de esto es generar la memoria del chat.

*El foro:* es otra de las herramientas de comunicación en red que permite el intercambio asincrónico (no

simultáneo) de mensajes; el foro es muy utilizado para generar las discusiones sobre temas controvertidos o dudas relacionadas con el contenido académico de la asignatura. Una de las ventajas que ofrece es que las respuestas a las preguntas permanecen en él, permitiendo a los estudiantes una retroalimentación permanente. Ofrece una estructura operativa jerarquizada por temas, apartados e intervenciones dentro de cada apartado. El usuario debe conectarse al servidor que gestiona el foro. Sirve como tutoría en grupo; tablón de anuncios, seminarios, debates, preguntas y respuestas a expertos, espacio social entre otros.

*Listas de distribución:* Reúnen a colectivos con intereses similares para distribuir información donde cada miembro recibe una copia de los mensajes emitidos a través del correo electrónico. Sirven como fuente de información y formación relacionada con temas profesionales. Además, es un canal de distribución puntual de temas relacionados con el desarrollo y organización del curso.

*Calendario:* Aplicación compartida que permite la planificación del curso o la coordinación entre un grupo. Permite hacer anotaciones visibles para todo el grupo o sólo por el propio usuario en una hoja visualizada por semana o meses, requiere la conexión a un servidor para realizar anotaciones. Sirve de

agenda del grupo, ofrece la planificación de las actividades del curso, cronograma general con especificación de las tareas y lapsos de tiempo.

*La página Web:* es una herramienta interactiva en la que se integran comunicación, diseño y tecnología y que debe incorporar lo que se quiere comunicar (información), a quién (alumnos), de qué forma (diseño y estrategias de comunicación) y qué tipo de herramientas de comunicación en red se utilizan (*software* y plataforma).

*El blog: Weblogs* o bitácora es una forma directa de insertar contenidos en la red sin necesidad de modificar sitios o páginas Web, lo que hace de él una herramienta de comunicación muy ágil en la actualización de los contenidos. A su vez, permite a los estudiantes consultar las novedades de la asignatura desde cualquier lugar y a cualquier hora. Un *blog* utilizado como herramienta de comunicación en la red hace posible la existencia de una comunidad académica donde los estudiantes enriquecen los temas y aprenden de las distintas participaciones argumentadas de sus compañeros. Asimismo, se le puede sugerir al estudiante el acceso a los *blogs* con contenido educativo, puesto que sirven de apoyo por cuanto establecen un canal de comunicación informal entre profesor y alumno, promueven la interacción social, dotan al participante de un medio

personal para experimentación de su propio aprendizaje.

Cabero (2007) plantea que los *web blogs* se han convertido en una de las maneras más efectivas de impartir docencia en la modalidad de enseñanza mixta, es decir, aquella que tiene una parte virtual y otra presencial, permitiendo a los docentes hacer un seguimiento de las actividades realizadas por los alumnos. Además, los *blogs* sirven para realizar búsquedas de contenido, soportes multiuso, sistemas de administración de imágenes, listado de los artículos más comentados, lo cual es una evidencia de su importancia como herramienta de aprendizaje.

Por otra parte, la *Webquest* que se define como una actividad con información proveniente en casi su totalidad de internet propuesta generalmente por el docente, pero gestionada por uno o más participantes. La búsqueda y el uso de la información es una de las capacidades a desarrollar en los alumnos, en el marco del "aprender a conocer", y la *webquest* ayuda al docente en este cometido, pues éste es en sí mismo, una actividad de investigación con recursos procedentes principalmente de internet. La estructura de una *webquest* es la siguiente: Introducción, Tarea, Proceso, Recursos, Evaluación, Conclusión. Pueden añadirse otros apartados tales como: Guía para el docente, Créditos y Referencias.

De la misma forma, el *Portafolio Electrónico*: también llamado portafolio, portafolio didáctico, webfolio, portafolio digital, e-portfolio. Consiste en una recopilación, cronológicamente ordenada, de las producciones de los docentes o participantes que evidencian el progreso de los aprendizajes y la calidad mediadora del docente. Si es producción del participante, esta compilación ha de ser guiada o autorregulada. El portafolio constituye una exhibición de la evolución de la labor continua y perseverante del participante.

Por otra parte, Roig (2007:230) plantea que "la *wiki* es un tipo de web que es desarrollada de manera colaborativa por un grupo de usuarios y que puede ser fácilmente editado por cualquier usuario". En consecuencia, puede ser utilizada tanto por alumnos como por docentes para colaborar y potenciar el trabajo colaborativo relacionado con las matemáticas.

Entre las características que definen la estructura del *wiki* se encuentran: Se puede diseñar un documento electrónico de forma sencilla y rápida, cualquier persona puede ver y/o modificar la información, recibir el aviso por e-mail cuando alguien comenta o hace algo en una página del documento, visualizar fácilmente los cambios introducidos, y recuperar texto escritos por otras personas que haya sido modificado o bo-

rrado y el *wiki* tiene una opción de cambio reciente.

Actualmente se habla de la *Weblesson* como una actividad en la que se plantea una situación o un problema que los alumnos deberán resolver realizando una serie de tareas que promueven un aprendizaje significativo. Dichas actividades están integradas al currículum y potencian el uso de la tecnología.

Al trabajar en una *Weblesson* los alumnos buscan recursos, herramientas interactivas y realizan tareas en línea. Durante el proceso de resolución del problema o de la situación, los alumnos desarrollan su creatividad y su pensamiento crítico. Esto les permite discernir, emitir juicios y tomar decisiones acerca de los recursos y contenidos a utilizar.

Hoy se pueden combinar estas tecnologías, por cuanto favorecen procesos entre alumnos-alumnos y alumnos-docentes y otros que no están en el entorno habitual de un aula (expertos, profesionales, otros centros educativos) aunado a lo anterior los materiales didácticos que generen una propuesta didáctica apoyada en las tecnologías de la información y la comunicación, ya sea en red o no, entre los más completos los multimedia porque se caracterizan por permitir enlazar de forma interactiva las diversas informaciones que contienen, así como la presentación de dicha información en diferentes códigos-simbóli-

cos (texto, imágenes fijas, imágenes en movimiento o sonidos).

Las TIC no vienen a reemplazar a las tecnologías tradicionales, o crear un entorno virtual donde sólo tenga cabida lo digital y lo analógico sea despreciado, por tanto "el énfasis se debe hacer en la docencia, en los cambios de estrategias didácticas de los profesores, en los sistemas de comunicación y distribución de materiales de aprendizaje, en lugar de enfatizar la disponibilidad y las potencialidades de las tecnologías" (Salinas, 2000: 254).

Las posibilidades que ofrecen estas tecnologías para la interacción no son sólo cuantitativas, sino también cualitativas por cuanto se utiliza información textual y otros tipos de códigos, desde los sonoros a los visuales pasando por los audiovisuales. Tales características serán de gran ayuda al presentar de forma diferenciada los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales), así como crear entornos para la simulación de fenómenos abstractos y complejos (por su capacidad de almacenar e identificar variables intervinientes en una situación).

Sin lugar a dudas una de las posibilidades más significativa es la influencia que tienen para la creación de entornos flexibles para la formación. Flexibilidad que debe entenderse desde diferentes perspectivas:

1. Flexibilidad temporal y espacial para la interacción y recepción de la información.

2. Flexibilidad para la interacción con diferentes códigos.
3. Flexibilidad para elección del itinerario formativo.
4. Flexibilidad para la selección del tipo de comunicación.

De los planteamientos anteriores se puede inferir que las TIC crean entornos que facilitan tanto al docente como al alumno la realización de sus actividades formativas independientemente del espacio y el tiempo en el cual se encuentren situados, de forma que se "ofrece al estudiante una elección real de cuándo, cómo y dónde estudiar, ya que puede introducir diferentes caminos y diferentes materiales, algunos de los cuales se encontrarán fuera del espacio formal de formación" (Cabero, 2000: 26).

## **2. Las tecnologías en la construcción del conocimiento matemático**

La tecnología es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática; influye en la matemática que se enseña y mejora el proceso de aprendizaje de los alumnos (NCTM, 2004).

En este sentido, las tecnologías de la información y la comunicación (calculadoras, computadores, entre otros), son herramientas esenciales para enseñar, aprender y "hacer" matemática. Puesto que, ofrecen imágenes visuales de ideas matemáticas, facilitan la organización

y el análisis de los datos y hacen cálculos en forma eficiente y exacta. Ellas pueden apoyar las investigaciones de los alumnos en todas las áreas de la matemática, en los diferentes niveles del sistema educativo. Cuando los estudiantes disponen de herramientas tecnológicas, se pueden concentrar en tomar de decisiones, razonar y resolver problemas.

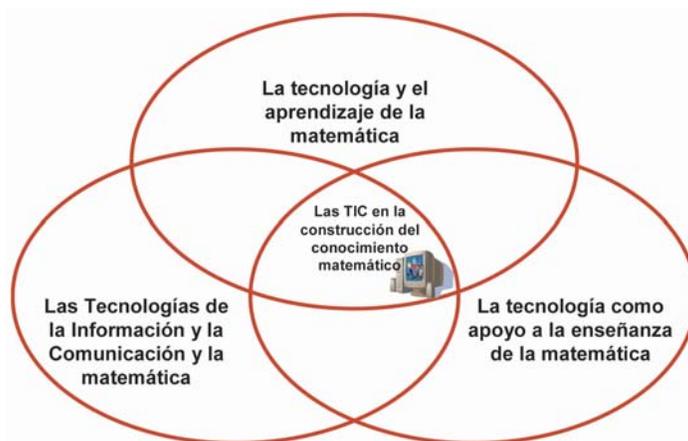
La tecnología no se debe utilizar como un reemplazo de la comprensión básica y de las intuiciones; más bien, puede y debe utilizarse para fomentar esas comprensiones e intuiciones. En los programas de enseñanza de la matemática, la tecnología se debe utilizar frecuente y responsablemente, con el objeto de enriquecer el aprendizaje de esta disciplina por parte de los alumnos. La existencia, poder y versatilidad de la tecnología hacen posible y ne-

cesario reexaminar qué matemática deben aprender los alumnos, así como también la mejor forma de aprenderla.

En el aula de matemática contemplada en los Principios y Estándares, cada alumno tiene acceso a la tecnología con el fin de facilitar su aprendizaje matemático, guiado por un docente experimentado (NCTM, 2004). Estos lineamientos plantean una serie de principios, orientaciones y criterios para la incorporación de la tecnología en la construcción del conocimiento matemático. Tal como se muestra en la Figura 1.

### 2.1. La tecnología y el aprendizaje de la matemática

La tecnología puede ayudar a los alumnos a aprender matemática. Por ejemplo, con calculadoras y



Fuente: Riveros (2010).

Figura 1. Las TIC en la construcción del conocimiento matemático.

computadores pueden examinar más ejemplos o representaciones de formas de las que es posible hacer manualmente, de tal manera que fácilmente pueden realizar exploraciones y conjeturas. El poder gráfico de las herramientas tecnológicas posibilita el acceso a modelos visuales que son poderosos, pero que muchos estudiantes no pueden, o no quieren, generar en forma independiente. La capacidad de las herramientas tecnológicas para hacer cálculos amplía el rango de los problemas a los que pueden acceder los alumnos y además, les permite ejecutar procedimientos rutinarios en forma rápida y precisa, liberándoles tiempo para elaborar conceptos y modelos matemáticos.

El nivel de compromiso y apropiación por parte de los alumnos, de ideas matemáticas abstractas, puede fomentarse mediante la tecnología. Ésta enriquece el rango y calidad de las investigaciones porque suministra una manera de visualizar las ideas matemáticas desde diferentes perspectivas. El aprendizaje de los estudiantes está apoyado por la retroalimentación que puede ser suministrada por la tecnología; cambie las reglas definidas en una hoja de cálculo, y observe como los valores dependientes varían. La tecnología también suministra un punto focal, cuando los estudiantes discuten entre sí y con su maestro, acerca de los objetos que muestra la pantalla y los efectos

que tienen las diferentes transformaciones dinámicas que permite realizar la tecnología.

La tecnología ofrece a los docentes opciones para adaptar la instrucción a necesidades específicas de los alumnos. Los alumnos que se distraen fácilmente, pueden concentrarse mejor cuando las tareas se realizan en computador, y aquellos que tienen dificultades de organización se pueden beneficiar con las restricciones impuestas por un ambiente de computador. Los estudiantes que tienen problema con los procedimientos básicos pueden desarrollar y demostrar otras formas de comprensión matemática, que eventualmente pueden a su vez, ayudarles a aprender los procedimientos. Las posibilidades de involucrar estudiantes con limitaciones físicas con la matemática, se incrementan altamente con tecnologías especiales.

## **2.2. La tecnología como apoyo a la enseñanza efectiva de la matemática**

La utilización adecuada de la tecnología en el aula de matemática depende del docente. La tecnología no es una panacea. Como con cualquier herramienta de enseñanza, puede usarse adecuada o deficientemente. Los docentes deben utilizar la tecnología con el fin de mejorar las oportunidades de aprendizaje de sus alumnos, seleccionando o

creando tareas matemáticas que aprovechen lo que la tecnología puede hacer bien y eficientemente (graficar, visualizar, calcular). Por ejemplo, los docentes pueden usar simulaciones para ofrecer a los alumnos la experiencia de problemas que son difíciles de crear sin la tecnología, o pueden recurrir a datos y recursos de la Internet y de la red para diseñar tareas para los alumnos. Las hojas de cálculo, software de geometría y los micromundos, también son herramientas útiles para plantear problemas importantes

La tecnología no reemplaza al docente de matemática. Cuando los alumnos utilizan herramientas tecnológicas, muchas veces trabajan de forma que los hacen aparecer como independientes del maestro; sin embargo esta es una impresión engañosa. El docente juega varios roles importantes en un aula enriquecida con la tecnología, toma decisiones que afectan el proceso de aprendizaje de los alumnos de maneras importantes. Inicialmente el docente debe decidir si va a utilizarse tecnología, cuándo y cómo se va a hacer. A medida que los alumnos usan las TIC en el aula, el docente tiene la oportunidad de observarlos y fijarse cómo razonan. Los estudiantes, pueden mostrar formas de razonamiento matemático que son difíciles de observar en otras circunstancias. Por lo tanto, la tecnología ayuda en la evaluación, permitiendo a los docentes examinar los

procesos que han seguido los alumnos en sus investigaciones matemáticas, como también, en los resultados obtenidos, enriqueciendo así la información disponible para que los docentes la utilicen cuando van a tomar decisiones relacionadas con la enseñanza.

La tecnología influye no solamente en la forma en que se enseñan y aprenden la matemática, sino que juega también un papel importante respecto a qué se enseña y cuándo aparece un tópico en el currículo. Si se tiene la tecnología a mano, los niños pequeños pueden explorar y resolver problemas relacionados con números grandes, o pueden investigar características de las formas utilizando un software de geometría. Los alumnos de primaria pueden organizar y analizar grandes grupos de datos. Los estudiantes de grados medios pueden estudiar relaciones lineales, las ideas de inclinación y cambio uniforme con representaciones del computador y realizar experimentos físicos con sistemas de laboratorio basados en calculadoras. Los estudiantes de los grados superiores pueden utilizar simulaciones para estudiar distribución de muestras, y pueden trabajar con sistemas algebraicos de computador que ejecutan eficientemente la mayor parte de la manipulación simbólica que constituía el foco de los programas de matemáticas tradicionales de las escuelas.

La tecnología puede ayudar a los docentes a conectar el desarrollo de habilidades y procedimientos con un desarrollo más general de la comprensión matemática. En la medida en que algunas habilidades anteriormente consideradas esenciales se vuelven menos necesarias debido a las herramientas tecnológicas, se puede pedir a los alumnos que trabajen en niveles más altos de generalización o abstracción. El trabajo con manipulables virtuales (simulaciones en computador de manipulables físicos) o con Logo, puede permitir a niños pequeños ampliar su experiencia física y desarrollar una comprensión inicial de ideas sofisticadas, tales como el uso de algoritmos. Un software de geometría tal como el Cabri-geometre puede permitir la experimentación con familias de objetos geométricos, con un enfoque explícito en transformaciones geométricas. En forma similar las herramientas gráficas facilitan la exploración de características de las clases de funciones (NCTM, 2004).

### **2.3. Las Tecnologías de la información y la comunicación y la matemática**

El principal aporte de la tecnología consiste en que la interacción entre ella, el docente y el alumno está cambiando la visión que los actores tienen del contenido matemático y del proceso didáctico.

El diseño de sistemas computacionales para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática es un proceso complejo, involucra una serie de condiciones de diversos tipos. Primero, se encuentran las restricciones técnicas (tipo de sistema operacional, capacidades de las máquinas y de las herramientas de desarrollo) que determinan qué se puede hacer y qué no se puede hacer en el sistema. Segundo, el diseño de todo sistema requiere de una conceptualización del conocimiento matemático por enseñar desde el punto de vista de cómo este conocimiento se define, se representa y se implanta dentro del sistema. Y tercero, están las restricciones didácticas que determinan qué es lo que se busca desde el punto de vista de la comprensión del sujeto y la manera como estos propósitos se deben lograr.

El sistema computacional se encuentra determinado por el tipo de fenómenos que se le presenta al sujeto (objetos, relaciones, problemas) y la manera como éstos son presentados (interface), lo que determina el campo de experimentación que se ofrece y el tipo de reacciones del sistema a las acciones del sujeto. El resultado es la experiencia matemática que el sujeto vive cuando interactúa con el sistema. Esta experiencia matemática tiene lugar en un ambiente en el que se crea un cierto "contrato didáctico" (Brousseau, 1986) entre el sujeto, la

máquina, el docente y en el que aparecen riesgos y oportunidades.

Para evitar los riesgos y aprovechar las oportunidades es importante que el diseño de los sistemas tenga en cuenta tanto la complejidad del conocimiento a enseñar (y la manera como ese conocimiento va a ser representado en el sistema), como la complejidad del proceso de comprensión del sujeto (modelaje de las estructuras cognitivas del sujeto) y el papel que el docente y los diseñadores de currículo pueden jugar en la interacción entre el sujeto y la tecnología en la construcción del conocimiento matemático. Desde este punto de vista, es importante resaltar que el resultado final de esta interacción no depende exclusivamente de la calidad del diseño del sistema computacional. El tipo de problemas que se le den al sujeto para ser resueltos con la ayuda de la tecnología y la forma como el docente interactúe con el sujeto, con base en la experiencia matemática que éste vive con la máquina, pueden llegar a ser más importantes que el sistema mismo. La calidad de esta interacción está determinada por las características de las perturbaciones generadas por las situaciones que se le proponen al sujeto con el apoyo de la tecnología y por el papel que ésta puede jugar en la búsqueda del equilibrio del sistema de la cual surge el conocimiento que tiene como producto el aprendizaje.

La tecnología ofrece la oportunidad para que se consolide no solamente una nueva visión del contenido matemático, sino también nuevas visiones acerca de las relaciones didácticas y del papel de los diversos agentes didácticos en el proceso de la construcción del conocimiento matemático por parte del sujeto. En este sentido, la tecnología puede convertirse en un elemento central del sistema didáctico con funciones explícitas e importantes en el funcionamiento del sistema.

Cuando un docente empieza a enseñar un tema de matemática, por ejemplo, es muy frecuente que muchos alumnos se cuestionen acerca de la necesidad que tienen ellos de *aprender* o *comprender* los conceptos que allí se estudian, se trata de encontrar salidas a este problema, incorporando en los cursos las aplicaciones de la vida cotidiana. Esto puede ser un error, dado que en la mayor parte de los cursos básicos los alumnos no conocen los conceptos que sustentan posibles aplicaciones, y en muchos casos los mismos docentes no conocen lo necesario del tema en el cual se quiere aplicar la matemática.

Es trascendental que se defina claramente qué es lo que se busca de la matemática que se enseña. Se debe entender que no siempre se tiene la oportunidad de encontrar referentes concretos para los conceptos que se enseñan. En este senti-

do, el computador ha incorporado un nuevo escenario desde el cual se pueden replantear algunos viejos problemas de la enseñanza de la matemática. Si bien los conceptos que sustentan ciertas aplicaciones son poco accesibles para los alumnos a niveles básicos, la incorporación de simulaciones o experimentaciones puede contribuir a mejorar la motivación que tenga el alumno para abordar los temas.

En este sentido, algunas actividades que pueden realizarse son: a) modelado, simulación y solución de situaciones problema; b) uso de escenarios visuales generados por el computador para ilustrar conceptos matemáticos; c) conducir experimentos matemáticos, hacer y probar conjeturas; y, d) investigar y explorar varias conexiones entre diferentes representaciones de una situación problema.

El computador como agente transformador de la educación debe partir de dos principios básicos. Primero, no se puede pensar que él sólo ayudará a modernizar viejas prácticas educativas, al contrario, de la misma forma que contribuye a mejorar ciertas formas debe convertirse en un agente de modernización de la manera en la cual se percibe la educación. En segunda instancia, la herramienta computador no debe inducir a hacer usos inadecuados del mismo. La mejor razón para decidir usarlo para el desarrollo de un tema es porque puede

contribuir a lograr mejor los objetivos propuestos.

Lo más importante es tener en cuenta todas las variables presentes para evitar consecuencias indeseadas. De ser posible, alimentar la idea de que la transformación es integral, así como puede cambiar la forma en la cual se abordan ciertos temas usando el recurso computacional, también pueden variar los objetivos que los sustentan. El asunto es aprender a visualizar los problemas de la enseñanza en la dimensión que les corresponde.

El manejo oportuno y eficiente de la información y de los datos, la facilidad para la comunicación que ofrece la Internet, las capacidades gráficas del computador, la velocidad en el procesamiento de la información, el empleo numérico preciso, entre otros, hacen que el computador se transforme en un medio ideal para transmitir información al alumno. Esta información debe ser oportuna, clara y suficiente; el docente, como responsable absoluto de lo que el estudiante aprenda, debe convertirse en el agente catalizador que permita que esa información contribuya al desarrollo del estudiante.

La conjugación de la graficación con la experimentación, permite una mejor comunicación de los conceptos al alumno, pues los está recibiendo en forma teórica y en forma gráfica, mientras que simultáneamente puede explorar el

rol de los parámetros o variables. Estas características permiten orientar los escenarios computacionales educativos hacia la interacción.

Existen diversas opciones que permiten incorporar elementos de interactividad en los escenarios para el aprendizaje. Los lenguajes de programación de propósito general como el C, o el Java son vehículos importantes para crear este tipo de escenarios, no obstante, la tendencia de los últimos años ha sido la de crear aplicaciones de propósito educativo que permitan este tipo de interactividad. Por ejemplo el Geómetra, el JavaSketch, el Mathematica, ya brindan este tipo de facilidad.

Las actividades interactivas son aquellas en las cuales el alumno tiene una participación activa. Más allá de apretar botones para ver qué ocurre, en este tipo de actividad él puede participar activamente de situaciones que despierten su interés y lo hagan descubrir. El común denominador de estas actividades es que brindan la posibilidad de que el alumno razone, que indague y concluya.

En el caso particular del uso de los Weblog éstos juegan un papel determinante en el proceso de enseñanza de la matemática, ya que son herramientas que contribuyen en la creación de entornos informáticos de aprendizaje, y además permiten establecer un canal de comunicación entre el profesor y el alumno que promueven la interacción so-

cial, dotan al alumno con un medio personal para la experimentación de su propio aprendizaje.

Las características propias de los Weblog hacen de esta herramienta un instrumento de gran valor para el uso educativo, promoviendo entre el profesor y el alumno un ambiente de aprendizaje que promueve la interacción social, la experimentación de su propio aprendizaje que son fáciles de asimilar basándose en algunos conocimientos previos sobre tecnología digital (Lara 2005).

En relación al profesor le permite:

- Organizar los contenidos de la asignatura
- Utilizar la tecnología disponible y asequible gratuitamente, adaptando su utilización en las necesidades del proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática
- Promover la socialización de los alumnos del curso, a través de la interacción que facilitan estas herramientas
- Proponer programas o software didácticos que están disponibles en forma gratuita en la Internet que contribuyen en la conceptualización de manera dinámica, el desarrollo de habilidades operacionales y lógicas y la experimentación de ideas y patrones en matemática que son fundamentales en el aprendizaje de la matemática.

- Integración de diversas herramientas Weblog, Chat, páginas Web, correo electrónicos, Applets Java y otros.  
Al alumno le permite:
  - Promover la colaboración entre estudiantes
  - La nivelación en temas donde los estudiantes presentan debilidades, a través de la autogestión del aprendizaje
  - Hacer aportaciones y sugerencias al desarrollo del curso
  - Aumentar a través de estas herramientas la interacción docente-alumno
  - Mejorar el nivel de aprendizaje y aumentar el porcentaje de aprobación satisfactoriamente la asignatura
  - Aumentar la motivación para aprender debido a la utilización de las TIC y la Internet como medio de aprendizaje
  - Facilitar una mayor libertad para planear y cumplir las actividades
  - Consultar mayor cantidad de material bibliográfico sin necesidad de desplazarse físicamente por la biblioteca de la institución.
- Aportes de las TIC en la enseñanza de la matemática**
- Los alumnos se acercarían a los currículos desde un entorno que le es familiar y que le da cierta confianza. Además se afianzarían rápidamente en el uso de las máquinas y distinto tipo de software.
  - Cambios en los métodos del quehacer docente, aparece un nuevo elemento motivador (el computador), cambia el aspecto del aula, el tipo de actividades. El alumno se siente más partícipe de su aprendizaje. Es decir, se favorece la autonomía en su formación, fomentando metodologías activas, participativas, colaborativas y de atención a la diversidad.
  - El docente mejora sus métodos de exposición al contar con herramientas técnicas más avanzadas. Usará *presentaciones dinámicas* que reducen esfuerzos al no tener que realizar gráficos y dibujos (cuando son variables) sobre los que hay que realizar explicaciones.
  - Se avanza más rápidamente en el aprendizaje de los distintos contenidos, lo que permite una *mayor reflexión y análisis* sobre los mismos.
  - Se aumenta el flujo de las *comunicaciones a todos los niveles*, lo que mejora la formación tanto del docente como del discente. Además, se pueden considerar las siguientes ventajas:
    - El alumno *interactúa con objetos matemáticos* de forma simple y natural lo que favorece su autonomía en el aprendizaje, además de tener un mayor acer-

camiento a la matemática, siendo ésta más familiar.

- Facilidad para *representar gráficamente y de forma dinámica los conceptos y procedimientos matemáticos*, por lo que se aprende a más velocidad y con mayores fundamentos.
- Se facilita la construcción de objetos matemáticos, conjeturar hipótesis, comprobar propiedades, simular y descubrir regularidades. Se amplía el abanico de ejemplificaciones y se minimizan los cálculos tediosos.
- La Internet permite encontrar información susceptible de matematización en un entorno cercano al alumno, además de fomentar la cultura histórica de la matemática.

### Consideraciones finales

- La utilización de las TIC en educación matemática y las dificultades que han surgido de su implementación; son estudios que se pueden realizar con diferentes metodologías de investigación.
- Al reflexionar sobre el posible impacto de una nueva tecnología en la educación en general y en el ámbito de la educación matemática en particular, no se puede desviar la atención hacia los instrumentos y los medios tecnológicos (sean las TIC u

otros aparatajes) y descuidar el objeto de conocimiento (la educación matemática).

- Se debe mirar la tecnología educativa como el encuentro de dos vertientes: aquella que produce sistemas computacionales con los que el alumno puede vivir experiencias matemáticas y aquella (a cargo de los diseñadores de currículo y los profesores) que produce las situaciones didácticas para que éstas sean fructíferas desde el punto de vista de las dificultades y las necesidades del alumno en el proceso de construcción de su conocimiento matemático.
- Es necesario que el currículo reconozca el papel de la tecnología como una de las herramientas que en la actualidad son esenciales en el aprendizaje de las matemáticas.
- Existe una gran variedad de programas disponibles, desde paquetes gráficos de utilidad general, hojas electrónicas, paquetes estadísticos, hasta el software didáctico específico para la enseñanza de la matemática. Por si mismos no resuelven el problema de la enseñanza. Será necesario una gran labor de reflexión e investigación para elaborar *guías didácticas* adecuadas a la enseñanza de conceptos específicos.
- Las situaciones didácticas deben configurarse de tal modo

que el alumno tenga que resolver problemas cuya apertura sea graduable y en las cuales se destaquen las fases de acción, formulación de conjeturas y validación (Brousseau, 1986), que el docente deberá completar con la fase de institucionalización de los conocimientos puestos en juego.

- La interacción entre la tecnología, el docente y el alumno está cambiando la visión que los actores tienen del contenido matemático y del proceso didáctico. Este es el mayor aporte de la tecnología a la educación matemática.
- La evolución constante de los recursos tecnológicos (sistemas operacionales, capacidad de las máquinas, herramientas de desarrollo, sistemas de interacción a distancia) abre la posibilidad de nuevas condiciones tecnológicas en el diseño y producción de soluciones que tengan en cuenta la complejidad del contenido matemático a enseñar y la del proceso de comprensión de éste.
- El uso de las TIC con fines educativos en la comunicación de contenidos matemáticos se sustenta en considerar un primer acercamiento teórico acerca de algunos materiales didácticos computarizados a utilizar, dependiendo de las necesidades del docente del alumno y del

conocimiento matemático que se quiera tratar.

- Con la utilización del computador, las clases de matemática se convierten en laboratorios experimentales que permiten al alumno explorar alternativas, aplicar diferentes estrategias de resolución de problemas, representando estos como un conocimiento activo (qué es lo que hay que hacer) frente a la notación algebraica que conduce a una perspectiva estática de los problemas.
- La posibilidad de concretar el pensamiento formal en acciones que den poder al alumno de manipular activamente entes formales mediante entornos computacionales favoreciendo la exploración activa de conceptos, junto con la gran potencia gráfica y numérica del computador, lo convierte no ya en un medio didáctico más, sino en un elemento fundamental del currículo matemático.

### Referencias bibliográficas

- BROUSSEAU, Guy (1986). "Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques". **Recherches en Didactique des Mathématiques**. Vol. 7, pp. 33-115.
- CABERO, Julio (2000). Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación: aportaciones a la enseñanza, En: **Nuevas tecno-**

- logías aplicadas a la educación**, compilado por: J. Cabero, Madrid, España. Editorial Síntesis, pp. 15-37.
- CABERO, Julio (2007). **Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación**. Madrid: Mc Graw Hill. p. 235.
- CONSEJO ESTADOUNIDENSE DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS (NCTM) (2004). "Principios para matemáticas escolares". **EduTEKA**. N° 11. Edición 19.
- GONZÁLEZ, Freddy (1994). **La enseñanza de la matemática**. Maracay, Venezuela. Propositiones Didácticas Serie temas de Educación Matemática
- HERNÁNDEZ, Aymara (2003). Herramientas para la comunicación. <http://interdata.cl/?p=150> [03/03/2010]
- LARA, Tiskar (2005). Blogs para educar. Usos de los blogs en una pedagogía constructivista. **TELOS. Cuaderno de comunicación tecnología y sociedad** Retrieved 2 de agosto de 2007, Octubre-Diciembre 2005. N° 65 Segunda Época.
- PÉREZ, Gloria (1998). **Investigación cualitativa retos e interrogantes**. Madrid, España. Editorial. Murala, S. A.
- RIVEROS, Víctor (1997). Efectos de un diseño para formar facilitadores de Escuela Básica en el área Matemática. Maracaibo, Venezuela. Trabajo de Ascenso. Departamento de Matemática y Física. Facultad de Humanidades y Educación. LUZ.
- RIVEROS, Víctor (2002). Las implicaciones de las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza constructivista de la matemática. Maracaibo, Venezuela. Investigación Libre. Doctorado en Ciencias Humanas. División de Estudios para Graduados. Facultad de Humanidades y Educación. LUZ.
- RIVEROS, Víctor (2004). Implicaciones de la Tecnología Informatizada en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática. Tesis Doctoral. Maracaibo, Venezuela. Doctorado en Ciencias Humanas. División de Estudios para Graduados de la Facultad de Humanidades y Educación. LUZ. Pp. 355.
- RIVEROS, Víctor y CASTRO, Rexne (1998). **Informe de capacitación y actualización de docentes de Escuela Básica de la región zuliana**. CADOSEB. Área Matemática. Maracaibo, Venezuela. Coordinación de Matemática. Facultad de Humanidades y Educación. LUZ.
- ROIG, Rosabel (2007). Internet aplicado a la educación: webquest, wiki, weblog. En nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Madrid: MC Graw-Hill.
- SALINAS, Jesús (2000). ¿Qué se entiende por una institución de educación superior flexible?, EN: **Y Continuamos Avanzando. Las Nuevas Tecnologías para la mejora educativa**, compilado por J. Cabero y col. Sevilla, España. Editorial Kronos.