

# Las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de instrucción de la matemática

*Víctor S. Riveros V., María Inés Mendoza y Rexne Castro*

## Resumen

Los cambios experimentados en la sociedad derivan del avance vertiginoso que han sufrido las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los últimos años, que evidentemente han afectado a la educación. Este estudio presenta lineamientos teóricos acerca de los criterios pedagógicos del uso de las TIC en la educación en general y su incidencia en la enseñanza de la matemática en el nivel de Educación Superior. La metodología empleada es de tipo cualitativo, basada en la indagación *documental*. Las teorías consultadas se interpretaron por inferencia deductiva, teniendo en cuenta algunas consideraciones relacionadas con: 1) las TIC y su incidencia en la Educación; 2) criterios pedagógicos del uso didáctico de las TIC; 3) las TIC en la educación matemática. La investigación permite deducir que el uso de las TIC con fines educativos en la comunicación de contenidos matemáticos se fundamenta en el conocimiento teórico y práctico tanto de los materiales didácticos a utilizar como su aplicación, siempre en función de lo que el docente quiere enseñar, de las capacidades de sus estudiantes y de los objetivos que se quieran lograr acerca del conocimiento matemático.

## Palabras clave:

Tecnologías de la comunicación y la información, criterios pedagógicos, educación matemática.



*Information and communication technologies in the process of teaching Mathematics*

**Abstract**

The societal changes experienced in recent years derived from the vertiginous advance of information and communication technologies (ICTs), have evidently affected education. This study presents theoretical guidelines for pedagogical criteria regarding use of the ICTs in education in general and their incidence on teaching mathematics in higher education. The methodology is of a qualitative nature, based on documentary investigation. The theories referred to were interpreted using deductive inference, bearing in mind some considerations related to: 1) ICTs and their incidence in education; 2) pedagogical criteria about the didactic use of ICTs; and 3) ICTs in mathematical education. The research made it possible to deduce that ICT usage for educational purposes in communicating mathematical content is based on theoretical and practical knowledge about the didactic materials as well as their application, always in terms of what the teacher wants to teach, the students' capacities and the objectives to be achieved regarding mathematical knowledge.

**Key words:**

Information and communication technologies, pedagogical criteria, mathematical education.

**Introducción**

Los cambios experimentados en la sociedad derivan del avance vertiginoso que han sufrido las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los últimos años, cambios que han afectado a la educación, lo que supone la incorporación de una formación tecnológica tanto para docentes como para estudiantes, de ahí que este tipo de conocimiento deba ser incorporado como parte importante de los planes de estudio en la enseñanza formal. Dentro de este contexto, también es importante tener en cuenta que la formación no concluye cuando el alumno abandona el centro educativo para incorporarse al mundo laboral, sino que debe seguir aprendiendo para no perder el ritmo de los cambios que se producen en los procesos productivos, donde se requiere de una fuerza laboral actualizada desde el punto de vista tecnológico.

Asociado a los factores anteriores, se debe tener en cuenta que hay: escasez de docentes debidamente capacitados, presencia de diversos problemas de infraestructura, discontinuidad en los proyectos emprendidos, estrechez económica (siempre vigente), así como de la inexistencia de una política seria en lo que respecta al uso de las TIC en el quehacer educativo.

La matemática, como una de las disciplinas que juega un papel primordial en la formación intelectual del alumno y que incide directamente sobre las estructuras mentales, requiere un proceso de enseñanza y aprendizaje adecuado que facilite en el alumno un desarrollo lógico matemático apropiado, pero 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 todo tipo de interacción entre educador-educandos, el medio y los recursos (Riveros, 1997). Además, a la hora de administrar los conocimientos matemáticos se observan debilidades en cuanto al uso de las TIC (Riveros y Castro, 1998), dando como resultado un aprendizaje carente de significado, no decodificado, con efectos a corto plazo y en consecuencia sin trascendencia para la vida del aprendiz.

Partiendo de las premisas anteriores, cabe preguntarse: ¿Cuál es el papel que desempeñan las TIC en el ámbito educativo en general?, ¿Cuál es la relación TIC y enseñanza de la matemática en el nivel de Educación Superior?, ¿Cómo aplicar las TIC en la enseñanza de la matemática? Atendiendo a estas interrogantes, a continuación se presentan algunas consideraciones acerca de las pautas que se deben tener en cuenta a la hora de aplicar las TIC en la educación en general, así como su incidencia en la enseñanza de la matemática en la Educación Superior, con el propósito de *formular algunos criterios pedagógicos para el uso de las TIC en el proceso de instrucción de la matemática*.

Con el objeto de lograr el objetivo propuesto se usaron como técnicas de análisis los métodos *deductivo* y el *inductivo*, fundamentados en el diseño de la investigación propio de la indagación documental y la revisión bibliográfica de las propuestas de distintos autores, siempre desde la perspectiva del análisis *cualitativo* (Pérez, 1998).

## **Las TIC y su incidencia en la Educación**

La educación debe basarse en una clara percepción del impacto tecnológico en el aprendizaje y en la comprensión de sus consecuencias para el individuo y la sociedad (Sánchez, 2001). En este sentido, la educación debe ser una de las principales inversiones económicas y políticas, donde su papel se fundamente en la capacidad de producir su propia tecnología. El concepto de analfabeto cambió, no se limita a no saber leer, escribir y contar, ahora se refiere a la capacidad de responder al desafío de la actualización tecnológica (Riveros, 2004).

Con referencia a las TIC se debe precisar que son herramientas y materiales que facilitan el desarrollo de distintas habilidades, estilos y ritmos de aprender por parte de los educandos, igualmente se las puede utilizar para acercar el aprendiz al mundo, como el mundo al aprendiz (Sánchez, 2001).

Al integrar las TIC al aula se incorporan como un medio más de instrucción, cuya finalidad última es aprender con las tecnologías y no aprender de las tecnologías. Por ello, el uso de las TIC será efectivo en la medida en que los docentes generen propuestas metodológicas innovadoras y creativas con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje y cognición (Sánchez, 2001).

Para Ausubel (1983) la enseñanza y aprendizaje asistida por computador corresponden a una forma individualizada de autoenseñanza, con la que se hace hincapié en la secuencialidad, la claridad y la dificultad graduada de la exposición de las tareas de aprendizaje, facilitando la retroalimentación confirmatoria y correctiva, así como la comprensión y disposición hacia la materia.

La incorporación el computador a la educación lo convierte en:

1. Una herramienta intelectual, al incorporar activamente estrategias pedagógicas que mejoran el proceso instruccional relacionado con la interacción, la atención individual, la amplificación de las experiencias de los alumnos y el autocontrol del aprendizaje (Sánchez, 1995).

2. Apoyo instruccional, ya que el alumno puede ser atendido individualmente por el docente. La individualización favorece la humanización de la educación.

3. Refuerzo de las evaluaciones. Los alumnos pueden recibir un reforzamiento inmediato cuando la respuesta es correcta.

4. Una forma de control del aprendizaje por parte del alumno. El tiempo destinado a procesar, registrar, analizar, aplicar y evaluar un determinado material de aprendizaje puede ser regulado por el propio alumno.

Atendiendo a las consideraciones anteriores, se puede inferir que el aprendizaje apoyado en las TIC permite que el alumno navegue en la base de datos y tenga la posibilidad de explorar este ambiente, participando más activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A sí mismo, se debe tener en cuenta que el uso del computador en sus diversas modalidades ofrece, sobre otros métodos de enseñanza, ventajas relacionadas con la participación activa del alumno en la construcción de su propio aprendizaje; la creación de micro mundos que le permiten explorar y conjeturar; le facilita el desarrollo cognitivo; puede controlar el tiempo y la secuencia del aprendizaje; y, finalmente, mediante la retroalimentación inmediata y efectiva aprende de sus errores. Procesos formativos derivados de la utilización de las TIC que se caracterizan por ser: *flexibles*, al permitir que los ritmos y procesos de aprendizaje se adecuen a los intereses y necesidades de cada alumno; *abiertos*, en el sentido de que la experiencia de aprendizaje de cada participante no queda reducida a un mismo proceso o contenido de estudio; *interactivos*, ya que se ofrecen oportunidades para que sea el propio sujeto quien experimente sobre la información recibida de tal manera que pueda tener un mayor control sobre la misma; *desarrollados a distancia en tiempo real o diferido* puesto que la formación no requiere el desplazamiento o asistencia del alumno a un determinado lugar para encontrarse físicamente con su tutor.

## **Crterios pedagógicos del uso didáctico de las TIC**

En las últimas décadas, la educación ha sufrido un cambio significativo, no sólo en lo que respecta a la reforma de métodos, contenidos y estrategias docentes, sino también en lo que atañe a los recursos didácticos disponibles y que el docente debe desarrollar en su actividad profesional. Si hasta hace relativamente poco tiempo los medios que usualmente utilizaba en la enseñanza era material impreso y algunas diapositivas y transparencias para retroproyector, en la actualidad éstos se han ampliado con los vídeos, las presentaciones colectivas informatizadas, las redes de comunicación o las videoconferencias (Cabero, 2001).

Para Cabero (2001), los recursos audiovisuales, informáticos y telemáticos que utilice el docente en su quehacer educativo deben asumirse considerando los siguientes principios generales:

1. Cualquier tipo de medio (desde el más complejo al más elemental) es simplemente un recurso didáctico, que deberá ser movilizado en función del alcance, los objetivos, los contenidos y las características de los alumnos.

2. El docente de acuerdo a sus creencias y actitudes hacia los medios en general, determinará sobre la forma como se los usará en el contexto educativo.
3. La función de todo medio dependerá del contexto educativo en que se desarrolle teniendo en cuenta los aspectos psicológicos, físicos, organizativos y didácticos de los participantes.
4. El alumno no es un procesador pasivo, por el contrario, es un receptor activo y consciente de la información mediada que le es presentada, de tal manera que con sus actitudes y habilidades aceptará o rechazará la posible influencia cognitiva, afectiva o psicomotora del medio.

Como se puede observar las TIC sirven para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, y la gestión de los entornos educativos en general; igualmente facilitan la colaboración entre las familias, los centros educativos, el mundo laboral y los medios de comunicación (Riveros, 2004).

Las TIC al ser utilizadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje se organizan y ejecutan en función de las siguientes fases: La *pre-activa de preparación para la intervención*; la *activa de intervención formativa* que puede ser presencial y con el apoyo de las TIC, o en un entorno virtual de aprendizaje (EVA) en donde se imparte la información vía on-line; y la *post-activa* que comprende las actividades complementarias como realización de trabajos y envío de comentarios y correcciones on-line, la atención de nuevas consultas mediante la tutoría virtual, la realización de algunas actividades administrativas del docente (entrada de calificaciones), entre otras.

A partir de las consideraciones anteriores, se puede colegir que para utilizar con *eficiencia y eficacia* las TIC, el docente necesita del adiestramiento apropiado sobre el manejo de las herramientas tecnológicas y también una formación didáctica que le proporcione un *buen saber-hacer pedagógico* con las TIC (Marques, 2000). A continuación se visualizan (Cuadro 1) estas competencias de manera más amplia y agrupadas por dimensiones.

#### Cuadro 1.- Competencias didáctico-tecnológicas

Actualización profesional	Actitudes
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocimiento de las posibilidades de utilización de los recursos en soporte TIC en la docencia y para la organización y gestión de las instituciones formativas.</li> <li>2. Conocimiento de las ventajas e inconvenientes de los entornos virtuales de aprendizaje frente a los sistemas de aprendizaje presencial con apoyo TIC.</li> <li>3. Acceso a las fuentes de información y recursos en soporte TIC (revistas, portales especializados, Webs temáticas, foros) dedicadas a las labores del docente.</li> <li>4. Conocimiento de las repercusiones de las TIC en el campo de conocimiento que se imparte.</li> <li>5. Acceso a las fuentes de información y recursos en soporte TIC sobre las asignaturas que imparte.</li> <li>6. Utilización de los programas informáticos relevantes y específicos de las asignaturas que imparte.</li> <li>7. Acceso a algunas de las múltiples fuentes de formación e información general que proporciona la Internet (bibliotecas, cursos, materiales formativos, prensa).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Actitud abierta y crítica ante la sociedad actual (era Internet, Sociedad de la Información) y las TIC (contenidos, entretenimiento)</li> <li>2. Estar predispuesto al aprendizaje continuo y a la actualización permanente.</li> <li>3. Actitud abierta a la investigación en el aula para aprovechar al máximo las posibilidades didácticas de los apoyos que proporcionan las TIC.</li> <li>4. Actuar con prudencia en el uso de las TIC (indagar la procedencia de mensajes, evitar el acceso a información conflictiva y/o ilegal, preservar los archivos críticos).</li> </ol>
Competencias técnicas (instrumentales)	Metodología docente
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocimientos básicos de los sistemas informáticos y de las redes.</li> <li>2. Gestión del equipo informático. El docente debe ser autónomo en el uso de su equipo: manejo del sistema operativo Windows y de los programas que utiliza habitualmente, gestión de archivos y carpetas en las unidades de almacenamiento, conexión de periféricos, gestión de copias de seguridad y antivirus, instalación y desinstalación de programas, utilización de recursos compartidos en red, mantenimiento básico del equipo.</li> <li>3. Utilizar las ayudas que proporcionan los manuales y los mismos programas.</li> <li>4. Procesador de textos: uso de las funciones básicas, correctores ortográficos.</li> <li>5. Imagen digital: creación, captura y tratamiento. Uso del escáner, de la cámara y el vídeo digital.</li> <li>6. Navegación en la Internet: utilización de los buscadores y captura de todo tipo de datos, búsqueda y selección crítica de información.</li> <li>7. Uso del correo electrónico y de los foros telemáticos (chats, videoconferencias).</li> <li>8. Conocimientos básicos de los lenguajes hipermedial (estructuración hipermedial de la información) y audiovisual.</li> <li>9. Elaboración de páginas web y presentaciones multimedia.</li> <li>10. Hojas de cálculo: uso de las funciones elementales y de los gráficos estadísticos sencillos.</li> <li>11. Bases de datos: Consulta y uso básico de un gestor de bases de datos (creación de bases de datos, mantenimiento, consultas, informes).</li> <li>12. Gestión de los sistemas tecnológicos aplicados a la educación: audiovisuales convencionales (retroproyector, vídeo, televisión), pizarra digital, sistemas de videoconferencia.</li> <li>13. Uso de lenguajes de autor y entornos específicos para la elaboración de materiales didácticos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Integración de recursos TIC (como instrumento, como recurso didáctico y como contenido de aprendizaje) en los planes docentes y programas formativos.</li> <li>2. Evaluación objetiva de recursos educativos en soporte TIC.</li> <li>3. Selección de recursos TIC y diseño de intervenciones formativas en el contexto; organización de las clases.</li> <li>4. Aplicación en el aula de nuevas estrategias didácticas que aprovechen los recursos TIC: uso de las funcionalidades de la pizarra digital en el aula, realización de trabajos de autoaprendizaje a partir de búsquedas en la Internet y presentación de los mismos en el aula con apoyos audiovisuales o digitales, realización de trabajos grupales en las aulas multiusuario e informáticas, realización de proyectos colaborativos en soporte TIC a partir de las fuentes informativas de la Internet y con la ayuda de los canales comunicativos telemáticos, utilización de las WebQuest y otros recursos del ciberespacio, aprovechamiento didáctico de los recursos que proporcionan los "mass media".</li> <li>5. Elaboración de apuntes, presentaciones y materiales didácticos multimedia de apoyo para los alumnos.</li> <li>6. Uso eficiente de las tutorías virtuales y de otras ayudas tecnológicas para la tutoría y la orientación: identificación de las características de los alumnos, seguimiento de sus actividades, informes.</li> <li>7. Uso de ayudas TIC para la evaluación de los alumnos y de la propia acción formativa.</li> <li>8. Uso de las funcionalidades que proporcionan las intranet y las web de centro.</li> <li>9. Confección de la web docente con una selección de recursos de utilidad para los alumnos.</li> </ol>

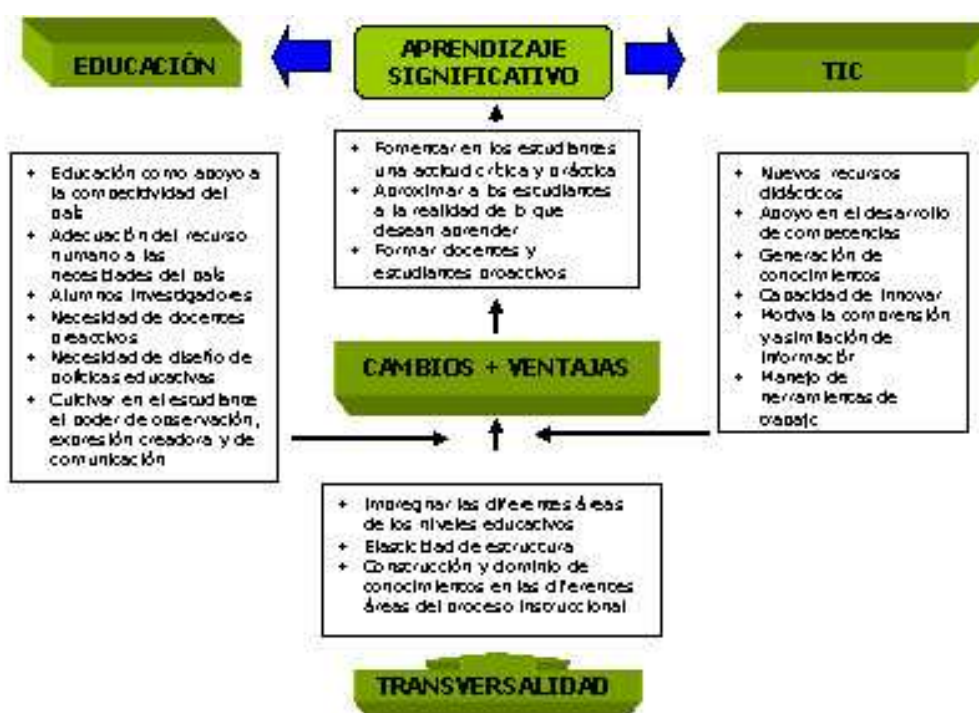
**Fuente: Riveros (2004) compilado de Marqués (2000)**

Además de las competencias que deben poseer los docentes frente al uso de las TIC, Inciarte Rodríguez (2004), propone una interrelación entre Educación y TIC como un eje transversal para el logro de aprendizajes significativos, como se muestra en la Figura 1.

Como se observa, la autora plantea la necesidad de elaborar un diseño sobre políticas de Estado que promuevan las condiciones requeridas para mejorar y adecuar la estructura administrativa, la formación de los docentes, la dotación de recursos y la creación de una cultura informática en toda la comunidad educativa.

Por otra parte, Inciarte Rodríguez (2004) expone una serie de pautas que tienen como meta la modernización del sistema educativo, esencial para el desarrollo sostenible y competitivo del país, con el fin de generar un impacto positivo en los educandos; paradigmas que se relacionan con: a) la modernización de la acción institucional; b) establecimiento de Convenios de Cooperación y Alianzas Estratégicas; c) la realización de reformas curriculares; y, d) el apoyo a procesos de innovación y actualización tecnológica de la educación.

**Figura 1.-  
Cambios y ventajas de la articulación entre educación -TIC- Transversalidad**



Fuente: Inciarte Rodríguez (2004)

## Uso de las TIC y aplicaciones en el entorno educativo

El uso de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje se encuadran dentro de las siguientes actividades: motivar a los alumnos para que naveguen por la web en la búsqueda de diarios y revistas electrónicos; incentivarlos a que participen en foros o listas de discusiones; facilitar y promover en los participantes el acceso a la video conferencia que permite la transmisión no solo de voz, sino también de datos, imágenes fijas o en movimiento y sonidos, en forma combinada y en tiempo real.

También se puede sugerir al estudiante que visite los *Blogs* con contenido educativo, puesto que le sirven de apoyo para establecer un canal de comunicación informal con el profesor, lo estimulan hacia una nueva forma de interacción social, y les servirá para experimentar sobre su propio aprendizaje.

Respecto a los *web blogs*, Cabero (2007) plantea que se han convertido en una forma más efectiva de impartir docencia en la modalidad de enseñanza mixta, es decir, aquella que tiene una parte virtual y otra presencial, lo que permite a los docentes hacer un seguimiento de las actividades realizadas por los alumnos.

La importancia como herramienta de aprendizaje del *blog* se evidencia en que facilita entre otras actividades, las siguientes: búsquedas de contenido, soportes multiuso, sistemas de administración de imágenes y listado de artículos muy comentados.

Vale la pena aclarar que las TIC no reemplazan a las tecnologías tradicionales, pero tampoco se debe despreciar el entorno virtual donde sólo tenga cabida lo digital y lo analógico, sino que se debe enfatizar “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).

Atendiendo a las consideraciones anteriores, la configuración de nuevos entornos y escenarios para la formación profesional y ocupacional debe contemplar:

1. Ampliación de la oferta informativa.
2. Creación de entornos más flexibles para el aprendizaje.
3. Potenciación de escenarios interactivos.
4. Cambios en los modelos de comunicación y en los métodos de enseñanza y aprendizaje a utilizar por los docentes.
5. Empleo de escenarios que favorezcan tanto el autoaprendizaje personal como el trabajo en grupo y colaborativo.
6. Surgimiento de nuevas modalidades de tutorización.
7. Entornos de interacción humana.
8. Generación de una cultura de la evaluación.

Las posibilidades que ofrecen las TIC para la interacción no son sólo cuantitativas, sino también cualitativas porque además de la información textual se utiliza la visual, la sonora y la audiovisual; características que son de gran ayuda, ya que presentan de forma diferenciada los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales), pero también facilitan la creación de entornos para la simulación de fenómenos abstractos y complejos por su capacidad de almacenar e identificar variables intervinientes en una situación (Cabero, 2001).

Sin lugar a dudas una de las posibilidades más significativas que tienen las TIC sobre la formación se relaciona con la creación de entornos flexibles, que deben 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.

Sobre la base de las ideas expuestas, se puede inferir que las TIC crean entornos que facilitan al alumno la realización de sus actividades formativas independientemente del contexto (espacio y tiempo) en el cual se encuentre situado, puesto que se “ofrece al estudiante una elección real del 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).

### **Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación matemática**

Aunque las TIC no son la solución a los problemas de la enseñanza y aprendizaje de la matemática, hay indicios de que ellas se convertirán paulatinamente en un agente catalizador del proceso de cambio en la educación matemática. Gracias a que ofrecen múltiples posibilidades de manejar dinámicamente los objetos matemáticos de diferentes sistemas de representación dentro de esquemas interactivos, la tecnología abre espacios para que el alumno pueda vivir nuevas experiencias matemáticas (difíciles de lograr en medios tradicionales como el lápiz y el papel) que le permitirán manipular directamente los objetos matemáticos dentro de un ambiente de exploración.

El computador se utilizó en la enseñanza de la matemática, particularmente en sus inicios, como herramienta de cálculo y en la aplicación de las técnicas de análisis numérico; posteriormente, en el intento de encontrar posibles soluciones a los ya bien conocidos problemas en la enseñanza de la matemática, se procedió a la creación de materiales de enseñanza computarizados (Riveros, 2004). Diversos son los usos que se le ha dado al computador en la enseñanza de la matemática, algunos con mayor efectividad que otros, pero todos han ayudado a enriquecer el proceso de aprendizaje de esta ciencia.

En general, el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos se ve mejorado gracias al empleo de las TIC y en particular con el uso de los hipermedias en virtud de que: a) el conocimiento matemático no es lineal, sino que está organizado en forma de redes proposicionales cuyos nodos se conectan entre sí por múltiples enlaces transversales y de distinto nivel, lo que hace que sea difícil plasmarlo en forma lineal en el libro de texto. Por eso, la matemática se convierte en uno de los principales campos en que se puede trabajar utilizando los sistemas hipermedias puesto que la organización de éstos funciona por medio de enlaces que permiten emular dicho conocimiento; y, b) la matemática, quizás más que cualquier otra disciplina, necesita una buena codificación y organización de la información, así como simulaciones y multi-representaciones que faciliten la comprensión de los diversos conceptos. Los hipermedia ofrecen estas ventajas de forma más adecuada que otros soportes de enseñanza conocidos, además de agilizar el desarrollo de muchos procedimientos matemáticos (Riveros, 2004).

Con el uso de las TIC se puede facilitar el análisis y la consolidación de conceptos matemáticos, para su posterior aplicación a situaciones concretas. Los materiales computarizados, no solamente deben ser expositivos o presentar ejercicios para que el alumno ponga en práctica los conocimientos adquiridos, sino que además deben estar orientados y guiados por un tutor o asesor que brinde ayuda, asesoría y retroalimentación para que el participante llegue a la solución de los problemas y teoremas planteados.

La integración de las TIC en la enseñanza de la matemática tienen la capacidad de:

1. Presentar los materiales a través de múltiples medios y canales.
2. Motivar e involucrar a los alumnos en actividades de aprendizaje significativas.
3. Proporcionar representaciones gráficas de conceptos y modelos abstractos.
4. Mejorar el pensamiento crítico y otras habilidades.
5. Utilizar adecuadamente la información adquirida para resolver problemas y para explicar los fenómenos del entorno (Riveros, 2004).
6. Permitir el acceso a la investigación científica y al contacto con científicos y especialistas en el área.
7. Ofrecer a docentes y alumnos una plataforma a través de la cual puedan comunicarse con compañeros y colegas de lugares distantes, intercambiar trabajos, desarrollar investigaciones y funcionar como si no hubiera fronteras geográficas (Riveros, 2004).

Las TIC no reemplazan la comprensión básica y la intuición, más bien contribuyen a fomentarlas, razón por la cual se las debe incluir en los programas de enseñanza de la matemática, y así enriquecer el aprendizaje de esta disciplina.

### **Las TIC como apoyo a docentes y alumnos en el proceso de enseñanza de la matemática**

Las TIC le ofrecen al docente en matemáticas opciones para adaptar la instrucción a necesidades específicas de los alumnos, como en el caso concreto de aquellos estudiantes que se distraen fácilmente o que tienen dificultades de organización, quienes se concentrarán mejor cuando las tareas las realizan en computador (Riveros, 2004). Igualmente la enseñanza de asignaturas como la matemática a estudiantes con limitaciones físicas o intelectuales será mejorada y optimizada mediante la apropiada utilización de las tecnologías.

El manejo de las TIC en el aula de matemática depende del docente, quien las debe emplear para mejorar las oportunidades de aprendizaje de sus alumnos, seleccionando o creando tareas matemáticas que aprovechen lo que la tecnología puede brindar como gráficos, visualizaciones, cálculos, etc. (Riveros, 2004).

Las TIC no reemplazan al docente, porque es él quien decide cuándo y cómo se van a utilizar. Sin embargo, su acertada aplicación en la enseñanza de la matemática le

permitirá observar e inferir cómo razonan sus estudiantes y evaluarlos, permitiéndole examinar los procesos que han seguido en sus investigaciones, como también, en los resultados obtenidos.

Las TIC también ayudan a los docentes a promover el desarrollo de habilidades y procedimientos desde una perspectiva más general respecto a la comprensión de la matemática, exigiendo a los alumnos que trabajen en niveles más rigurosos de generalización o abstracción. Un software de geometría como el *Cabri-geometre* simplifica 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 (Consejo Estadounidense de Profesores de Matemáticas NCTM, 2004).

Por otra parte, las TIC motivan al estudiante de matemáticas hacia un mayor compromiso y apropiación de los axiomas propios de esta ciencia; enriquecen el rango y calidad de las investigaciones, al facilitarles la visualización de los problemas planteados desde diferentes perspectivas; igualmente el aprendizaje se enriquecerá mediante la retroalimentación que proporcionan las TIC, permitiendo al participante, por ejemplo, cambiar las reglas definidas en una hoja de cálculo y observar como los valores dependientes varían (Riveros, 2004).

El uso adecuado e inteligente de las TIC permite que los alumnos manejen de forma dinámica y activa los múltiples *sistemas de representación* de los objetos matemáticos, facilitándoles su comprensión y relaciones, mejorando las actividades matemáticas que ejecuta cuando realiza tareas que tienen que ver con esos objetos (Janvier, 1987; Kaput, 1992). Mediante las *representaciones externas* (actividades físicas del sujeto) el estudiante organiza la experiencia matemática que tiene lugar cuando realiza una tarea; y con las *representaciones internas* sistematiza internamente la información (Kaput, 1992). A través de las actividades físicas, los sistemas de representación se sistematizan en conjuntos de símbolos que se manipulan de acuerdo con reglas que permiten identificar o crear caracteres, operar con ellos y determinar sus relaciones. Un mismo objeto matemático puede mostrarse mediante diferentes sistemas de representación.

Los *sistemas de representación* comprenden las siguientes actividades que debe realizar el alumno cuando resuelve alguna tarea:

1. Hacer transformaciones sintácticas dentro de un mismo sistema de representación.
2. Realizar traducciones entre sistemas de representación.
3. Modelar matemáticamente las situaciones reales al expresar sus características fundamentales en un sistema de representación matemático.
4. Efectuar operaciones relacionadas con la materialización de entidades específicas u objetos conceptuales.

### **Interacción y limitantes del uso de las TIC**

Las actividades interactivas entendidas como aquellas en las que el alumno tiene una participación activa, cuando se refieren al manejo y uso de las TIC cambian la visión

que tienen los actores del contenido matemático y del proceso didáctico. Más allá de apretar botones para ver qué ocurre, en este tipo de tarea él puede participar activamente de situaciones que despierten su interés y lo motiven a investigar sobre diferentes aspectos del saber matemático, ofreciéndole la posibilidad de razonar, indagar, inferir y extraer conclusiones.

Existen diversas opciones que permiten incorporar elementos de interactividad en los escenarios de aprendizaje, como los lenguajes de programación de propósito general tipo C o el Java que son vehículos importantes para crear este tipo de escenarios, no obstante, la tendencia de los últimos años ha sido la de crear aplicaciones con propósito educativo como el *Geómetra*, el *JavaSketch* y el *Mathematic*.

Sin embargo, se debe puntualizar que el diseño de sistemas computacionales para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática es un proceso complejo, que involucra una serie de condiciones, relacionadas con: a) 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 ejecutar en el sistema; b) el diseño de todo sistema que requiere de una conceptualización clara del conocimiento matemático a enseñar desde el punto de vista de definición, representación y organización dentro del sistema; y, c) las restricciones didácticas que determinan qué es lo que se busca desde el punto de vista de la comprensión del sujeto (Riveros, 2004).

El sistema computacional está determinado por el tipo de fenómenos que se le exponen al estudiante (objetos, relaciones, problemas) y la manera como éstos son presentados (interface); actividades que determinan el campo de experimentación que se ofrece y el tipo de reacciones del sistema a las acciones del educando, lo que da como resultado la experiencia que se adquiere al interactuar con la máquina. Esta experiencia, concretamente en el campo de la matemática, tiene lugar en un ambiente en el que se crea un cierto "contrato didáctico" entre el alumno y la máquina, condicionado a los riesgos y oportunidades inherentes a este proceso de interacción (Brousseau, 1986).

Al diseñar el sistema hay que tener en cuenta la complejidad inherente al conocimiento que se pretende enseñar (y la manera como ese conocimiento va a ser representado en el sistema), el proceso de comprensión (modelaje de las estructuras cognitivas del sujeto), y el papel de docentes y diseñadores del currículo (Riveros, 2004). Sin embargo, el resultado final de esta interacción no depende exclusivamente de la calidad del diseño del sistema computacional, sino que está determinada por las situaciones, con su mayor o menor grado de complicación, que se proponen al educando con el apoyo de la tecnología y por el papel que esta puede jugar en la búsqueda del equilibrio.

Cuando se enseña matemáticas, no siempre se tienen referentes concretos sobre los conceptos que se quieren explicar y es en este contexto cuando el computador ofrece nuevos escenarios desde los cuales se pueden replantear algunos viejos problemas relacionados con esta disciplina. Si bien es cierto que los conceptos que sustentan ciertas aplicaciones son poco accesibles para los alumnos a niveles básicos, la incorporación de simulaciones o experimentaciones pueden contribuir a mejorar la motivación que tenga el estudiante para abordar los temas (Riveros, 2004). En este sentido, se pueden realizar algunas actividades que tiene que ver con: a) modelado, simulación y solución de situaciones problema; b) uso de escenarios visuales generados por el computador para ilustrar conceptos matemáticos; c) ejecución de experimentos

matemáticos para hacer y probar conjeturas; d) investigación y exploración de conexiones entre diferentes representaciones en una situación problema.

Como se puede inferir de lo expuesto anteriormente, las TIC coadyuvan al proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática en aspectos que se pueden sintetizar en que:

1. El alumno *interactúe* con los *objetos matemáticos* de forma simple y natural, favoreciendo su autonomía en el aprendizaje.
2. El estudiante aprende a más velocidad y con mejores fundamentos, puesto que las TIC facilitan la presentación gráfica de los conceptos y procedimientos matemáticos, haciendo que el proceso de aprendizaje sea más dinámico.
3. El participante, en este contexto virtual, dispone de herramientas que le permiten construir objetos matemáticos, conjeturar hipótesis, comprobar propiedades, simular y descubrir regularidades; ampliando así el abanico de ejemplificaciones, evitando la ejecución de cálculos tediosos.
4. La Internet, por otro lado, agiliza la búsqueda de información sobre infinidad de aspectos relacionados con el mundo del saber matemático en un entorno cercano al alumno, además de fomentar en él el deseo de saber más sobre la praxis matemática.

En consecuencia se puede colegir que la incorporación de los avances tecnológicos a la educación matemática, transformarán de manera positiva el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta disciplina.

### **Consideraciones finales**

Los rápidos progresos que traen consigo las TIC seguirán modificando la forma de transmitir el conocimiento; paralelamente contribuirán a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de ciencias tan abstractas como la matemática, mediante el uso y aplicación de todas las técnicas y procedimientos relacionados con el "quehacer tecnológico" y el "saber-poder-hacer" de los participantes en esa permanente interacción estudiante-computador/calculadora.

Se ha demostrado que la tecnología agiliza y supera la capacidad de cálculo de la mente humana, por ese motivo se debe utilizar para hacer énfasis en la comprensión de los procesos matemáticos así como para facilitar la ejecución de cálculos complejos y dispendiosos.

Las TIC presentan un espacio en el que el alumno puede vivir experiencias matemáticas difíciles de reproducir con los medios tradicionales como el lápiz y el papel; con la aplicación de estas destrezas puede realizar actividades de exploración que le permiten manipular directamente los objetos matemáticos y relacionarlos entre sí (Riveros, 2004).

En todo caso, el uso de las TIC con fines educativos en la comunicación de contenidos matemáticos se debe fundamentar en el conocimiento teórico y práctico de los entes intervinientes en el proceso de enseñanza y aprendizaje relacionados con: a) los

materiales didácticos a utilizar y su aplicación tecnológica; b) objetivos de lo que quiere enseñar; y, c) con las capacidades de los educandos.

En síntesis, se puede afirmar que con el uso adecuado de las TIC y especialmente con la inteligente manipulación del computador, la clase de matemática se convierte en un laboratorio experimental que permite al alumno explorar alternativas y aplicar diferentes estrategias en la resolución de problemas.

## Referencias bibliográficas

Ausubel, David (1983). **Psicología educativa**, México, Editorial Trillas.

Brousseau, Guy (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches en Didactique des Mathématiques** (7, 33-115).

Cabero, Julio (2000). "Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación: aportaciones a la enseñanza". En Julio Cabero (Comp.), **Nuevas tecnologías aplicadas a la educación** (pp. 15-37), Madrid, España, Editorial Síntesis.

Cabero, Julio (2001). **Tecnología educativa: diseño, producción y evaluación de medios**. Barcelona, España, Editorial Paidós.

Cabero, Julio (2007). **Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación**, Madrid, Mc Graw Hill.

Consejo Estadounidense de Profesores de Matemáticas NCTM (2004). Principios para matemáticas escolares, **EDUTEKA**, N° 11, Edición 19.

Inciarte Rodríguez, Mercedes (2004). Nuevas tecnologías un eje transversal para el logro de aprendizajes significativos, **Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, Vol. 2, N° 1.

Janvier, Claude (1987). **Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics**, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.

Kaput, James (1992). **Technology and Mathematics Education**. Handbook of Research on the Teaching and Learning of Mathematics.

Marqués, Pere (2000). Funciones de los docentes en la sociedad de la información, **Revista SINERGIA**, N° 10.

Pérez, Gloria (1998). **Investigación cualitativa retos e interrogantes**, Madrid, España. Editorial. Muralla, S. A.

Riveros, Víctor (1997). **Efectos de un diseño para formar facilitadores de Escuela Básica en el área Matemática**, Trabajo de Ascenso, Departamento de Matemática y Física, Facultad de Humanidades y Educación, LUZ, Maracaibo, Venezuela.

Riveros, Víctor (2004). **Implicaciones de la Tecnología Informatizada en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática**, Tesis Doctoral, Facultad de Humanidades y Educación, LUZ, Maracaibo, Venezuela.

Riveros, Víctor y Castro, Rexne (1998). **Informe de capacitación y actualización de docentes de Escuela Básica de la región zuliana**, CADOSEB, Área Matemática, Coordinación de Matemática, Facultad de Humanidades y Educación, LUZ, Maracaibo, Venezuela.

Salinas, Jesús (2000). ¿Qué se entiende por una institución de educación superior flexible?, Julio Cabero (Comp.) **Y continuamos avanzando. Las Nuevas Tecnologías para la mejora educativa**, Sevilla, España, Editorial Kronos.

Sánchez, Jaime (1995). **Construyendo y aprendiendo con el computador**, Santiago de Chile-Chile, Centro Zonal Universidad de Chile.

Sánchez, Jaime (2001). **Aprendizaje visible, Tecnología invisible**, Santiago de Chile-Chile, Ediciones Dolmen.