



# Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las matemáticas

Néstor Raúl Roa Becerra <sup>1</sup>

Recibido: febrero 01 de 2013 Aprobado: abril 02 de 2013

## Resumen

En este artículo se presenta la revisión bibliográfica realizada para el estudio referido al uso de las tecnologías de la información y de la comunicación en educación matemática. Se exploran estudios relacionados con los resultados del aprendizaje obtenidos en ambientes de aprendizaje apoyados con tecnología, lo que obliga abordar el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la educación, el empleo de TIC en la educación matemática y las habilidades y competencias en el uso de las TIC para trabajar matemáticas.

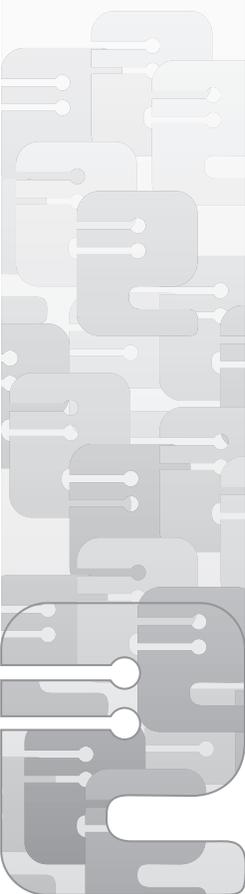
**Palabras clave:** Tecnologías de información y comunicación, aula virtual, herramientas tecnológicas, ambiente de aprendizaje.

## Abstract

This paper presents a literature review for a study on the use of information technology and communication in mathematical education. It explores studies regard to learning results when making use of learning environments supported by technology, and it also addresses the use of Information and Communication Technologies (ICT) in education, ICT use in mathematical education, skills and competence in the use of ICT to work math.

**Keywords:** information and communication technologies, virtual classroom, technological tools, learning environment.

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.



## I. INTRODUCCIÓN

En la comunidad académica internacional, derivado de la reorganización de los sistemas económicos y de los desarrollos tecnológicos, se viene planteando como necesidad urgente el estudio del proceso de implementación de tecnologías en los procesos educativos a nivel universitario.

Esteve (2003) plantea que la capacidad que tengan las naciones de superar las nuevas necesidades y de reorganizar sus sistemas educativos para responder al desafío de esta revolución tecnológica requiere de inversión en investigación, orientada a determinar los impactos que tienen las nuevas tecnologías en los resultados de aprendizaje de los estudiantes que las utilicen. Tapscott (1998) establece que la red Internet ofrece una nueva infraestructura que permite el acceso a una gran cantidad de información y el aprendizaje de las nuevas tecnologías que pueden ser aplicadas a la educación.

La revisión bibliográfica objeto de este artículo, permitió sentar las bases conceptuales y teóricas de los recientes estudios en torno a los diferentes factores asociados, iniciando con el estado de desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la educación, particularizando luego en la aplicación que tienen en la educación en general y en la educación matemática específicamente.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) permiten procesar y transmitir datos en diversos formatos, incluyendo sonidos e imágenes, que cada día están más presentes en la vida humana, lo que obliga a los estudiantes a adquirir los conocimientos y habilidades necesarios para su uso cotidiano y su formación; en este sentido, corresponde al profesorado realizar esfuerzos para actualizar sus conocimientos y adquirir la capacidad de transmitirlos de manera que sean utilizados de forma crítica, constructiva y eficaz.

## II. Uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la educación

Se entiende por nuevas tecnologías aquellas que son recientes, siguen teniendo vigencia o acaban de salir al mercado, tales como en su momento fueron las computadoras personales, la Internet, el iPod, el DVD, el iPhone, las tabletas, los programas de aplicación de uso masivo y la multimedia. Adell (1997) define las nuevas tecnologías como un conjunto de herramientas (equipos), soportes y canales (programas y redes) para el tratamiento y acceso a la información. Los desarrollos de orden tecnológico permean las ac-

tividades de los seres humanos de acuerdo con sus necesidades. La educación no es ajena a este proceso y se ve impactada y exigida tanto en lo cotidiano como en las políticas educativas y en los retos de cambio establecidos por la revolución educativa (Esteve, 2003; Tapscott, 1998; Ramírez, 2006).

Los avances tecnológicos han cambiado el proceso de enseñanza y aprendizaje al punto que la enseñanza ya no requiere necesariamente presencialidad, el aprendizaje deja de ser individual y pasa a ser cooperativo y colaborativo, en tanto que el profesor deja de ser el dueño del conocimiento que ahora se encuentra disponible en la red.

Al determinar la situación real de alcance, posesión y manejo de las computadoras y programas, estudiantes, profesores e instituciones pueden establecer las estrategias a seguir para dar cumplimiento a los objetivos propuestos por los programas educativos y los modelos de enseñanza. Los procesos educativos mediados por las TIC permiten generar nueva información para la toma de decisiones administrativas y académicas, buscando siempre mejorar la formación de profesionales para que se adecuen a la nueva sociedad del conocimiento.

### 2.1. LAS TIC EN LA EDUCACIÓN Y LOS NUEVOS RETOS

Desde hace 40 años la evolución-revolución de la educación se ha visto impactada por las TIC, las cuales han venido a transformar el quehacer en el aula y los alcances que se pueden tener a partir del uso de estas herramientas. Tapscott (1998) refiere que la unión de ordenadores y las redes de comunicación están innovando las actividades y los hábitos y produciendo la necesidad de nuevas actitudes, además el autor enfatiza en la necesidad de establecer urgentemente una discusión mucho más rica y profunda a fin de generar nuevas directrices para el próximo periodo de la historia de la humanidad.

Tapscott (1998) y Adell (1997) coinciden en que la educación exige un nuevo planteamiento y que el aprendizaje se ha convertido en un reto para toda la vida, el cual debe responder a la nueva economía del conocimiento, aunado a que el sector productivo está lleno de robots y redes, lo que obliga a que los individuos asuman la responsabilidad de aprender si quieren desempeñar funciones en la nueva sociedad de la información.

Hasta hace muy poco tiempo el sistema educativo no había sido precisamente un ambiente en el que la tecnología haya tenido un papel relevante para las tareas que allí se realizan. Sus practicantes, tradicionalmen-

te y salvo honrosas excepciones, se habían mostrado bastante reacios a incorporar novedades en su estilo de hacer las cosas. Sin embargo, la actual revolución tecnológica afecta la educación de múltiples formas. Así lo señalan los diversos documentos, estudios y congresos auspiciados por la Unión Europea (COM, 2009) sobre la sociedad de la información.

Los roles de profesores, estudiantes y personal de apoyo deben adaptarse a los nuevos entornos. No sólo se trata de adquirir conocimientos generales sobre cómo usar los nuevos medios, sino también de las implicaciones de dichas herramientas en los procesos de enseñanza-aprendizaje; esto conlleva que los estudiantes deben adoptar un papel mucho más activo, siendo protagonistas en su proceso de formación enriquecido por las TIC.

El concepto de aula virtual, surgió a partir de la década de los ochenta (Cabañas, 2003) y es adjudicado a Roxanne Hiltz, quien la define como “el empleo de comunicaciones mediadas por computadores para crear un ambiente electrónico semejante a las formas de comunicación que normalmente se producen en el aula convencional” (Hiltz, 1995, p. 4).

El uso del aula virtual como complemento de la clase presencial ha sido en algunos casos el primer paso hacia la modalidad a distancia, y a través del uso de medios electrónicos o de la Internet ha sido más fácil adecuarlo a los materiales que se ofrecen en clases semi-presenciales o remotas (Cabañas, 2003).

### III. USO DE TECNOLOGÍAS Y EDUCACIÓN MATEMÁTICA

A través de sus investigaciones Dorfler (1993), Rubin (2000) y Hitt (2003), encontraron respuesta a cómo la tecnología puede mejorar el aprendizaje impulsando profundos cambios en los estudiantes. Algunos manipulables mediados por las TIC tales como visualizaciones, modelos y simulaciones han probado ser herramientas poderosas para enseñar conceptos matemáticos y científicos.

Moreno (2000) analiza el papel de las herramientas informáticas en el aprendizaje y en la enseñanza de las matemáticas, señalando que estas modifican la naturaleza de las exploraciones y la relación de dichas exploraciones con el sistematismo del pensamiento matemático. Esto se debe a que los objetos sobre la pantalla son producidos y controlados desde el universo interno de la herramienta computacional - en términos informales se puede decir que el universo interno equivale a la matemática instalada en el procesador central de la computadora -, y afirmar que

estos objetos sobre la pantalla son modelos manipulables de objetos matemáticos. (Moreno, 2000).

Se puede decir que la mediación instrumental comienza desde el momento en que se redefinen los objetos matemáticos en términos de las construcciones ejecutables que se hacen con ayuda de algún software adecuado, como el Cabri, con efectos sobre la cognición. Dorfler (1993) señala que la cognición se ve como una propiedad del individuo y que son las capacidades cognitivas de los hombres las que se amplían sin sufrir cambios cualitativos. La cognición se entiende como un sistema funcional que comprende al individuo y todo su entorno físico y social, abriéndose la posibilidad de reconocer que las nuevas herramientas tienen un impacto transformador profundo en la cognición (Dorfler, 1993).

También comenta que la implementación sostenida de la herramienta estabiliza los esquemas de uso, que permiten atribuir un significado a los objetos matemáticos en función de la orientación de la actividad y de las tareas a desarrollar. A partir de allí, el empleo de las herramientas (ahora instrumentos) queda controlado por los esquemas.

Dice Goldenberg (2003), refiriéndose al uso de tecnología en matemáticas, que una de las tendencias más fuertes en el crecimiento y evolución de las matemáticas y su enseñanza está dada por el poder de las nuevas tecnologías (TIC). En matemáticas, los computadores han generado campos enteramente nuevos. En educación han resaltado la importancia de algunas ideas, posibilitado el acceso a ciertos tópicos y problemas, ofreciendo nuevas maneras de representar y manipular información matemática, haciendo posible escogencias sobre contenido y pedagogía que nunca antes se habían tenido.

El aprendizaje del estudiante se ve afectado por factores tales como docentes, políticas educativas, núcleo familiar, currículos, intereses propios y culturales y el avance tecnológico, todos ellos íntimamente relacionados. En cuanto a la tecnología no existen parámetros universales para la utilización de los computadores en el aula de clase, y se presentan divergencias entre los amantes de la tecnología y los que desean los métodos tradicionales en el aula de clase.

De acuerdo con el Consejo Estadounidense de Profesores de Matemáticas (NCTM, 2006), el conjunto de principios y estándares forma una visión orientadora para los docentes en su esfuerzo por lograr un mejoramiento continuo en la enseñanza de las matemáticas en las aulas de clase. Así mismo cita los seis principios sobre matemáticas escolares (NCTM, 2006): equidad, currículo, enseñanza, aprendizaje, evaluación y tecnología.

El uso de la tecnología como estrategia didáctica en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas mejora el proceso de aprendizaje de los estudiantes, ofreciendo imágenes visuales de ideas matemáticas que sirven de apoyo en las investigaciones, permitiendo a su vez la concentración, toma de decisiones, razonamiento y resolución de problemas en esta ciencia.

Se percibe que los estudiantes pueden aprender más matemáticas y con mayor profundidad gracias al uso apropiado de la tecnología. Esta 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 esta materia la tecnología se debe utilizar frecuente y responsablemente, con el objeto de enriquecer el aprendizaje de las matemáticas.

En cuanto a los docentes, la utilización adecuada de la tecnología en el aula de matemáticas depende de éste, pues es quien debe crear y seleccionar actividades mediadas por TIC en las que se evidencie la apropiación de conceptos y procedimientos para graficar, visualizar, o calcular.

Estas herramientas tecnológicas también motivan al docente a desarrollar habilidades en sus estudiantes para lograr un alto grado de abstracción, a través del uso de los manipuladores visuales y los software de geometría dinámica, con los que los estudiantes pueden realizar construcciones, rotaciones, traslaciones de figuras o cuerpos bien sea en forma bidimensional o tridimensional, facilitando la exploración en estos temas que antiguamente eran realizados con implementos de geometría como regla, transportador, juegos de escuadras y compases.

En cuanto a la integración de las TIC en los procesos de aprendizaje de las matemáticas, Eduteka, (2003a) agrupa en cinco categorías los diferentes tipos de herramientas para crear ambientes enriquecidos por la tecnología: conexiones dinámicas manipulables; herramientas avanzadas; comunidades ricas en recursos matemáticos; herramientas de diseño y construcción, y herramientas para explorar complejidad.

De otra parte, Duval, R. (1993) afirma que la lectura de representaciones gráficas presupone distinguir las variables visuales de las variaciones correspondientes a la escritura algebraica mediante una interpretación global, lo que es contrario a la práctica de la lectura de puntos asociados a una pareja de números. Por lo general en la enseñanza sólo se realiza el paso de una fórmula a una representación gráfica trazando puntos aislados; sin embargo, el proceso inverso, que presenta mayores problemas, no se trata como se debiera. Para

efectuar el paso inverso la aproximación punto por punto, además de ser inadecuada, constituye un obstáculo.

Hacer matemáticas es resolver problemas no rutinarios, modelar situaciones, observar patrones, hacer conjeturas y tratar de probarlas. La tecnología se encarga de hacer los cálculos numéricos y simbólicos que pueden ser prolongados, permitiendo al estudiante dedicarse a resolver el problema o la demostración, y al docente a los aspectos relacionados con la construcción y transferencia de conocimientos. En este sentido, hay consenso en que la exploración, la comunicación y discusión de ideas ayuda a la construcción del conocimiento. (Oliveros, 1998).

Los procesos de visualización de funciones haciendo uso de graficadores, permiten independizar la dificultad presentada para construir las gráficas sin herramientas y la solución real de un problema. Según Hitt (2003) precisando el concepto de visualizar en el contexto matemático, no se refiere a ver (observar) sino a la habilidad para crear imágenes mentales que el individuo pueda manipular en su mente, elaborando diferentes representaciones del concepto (representación gráfica del modelo, la ecuación o su gráfica) y usar el papel o la computadora para expresar la idea matemática.

Deulofeu (2007) en su artículo Construcción de gráficos de funciones: continuidad y prototipos, estudia los razonamientos que utilizan y las estrategias que se aplican, referente al uso y abuso de los gráficos en funciones elementales. Considera que el software matemático permite ampliar el significado del análisis entre los estudiantes, desde un conjunto de técnicas para resolver ejercicios más o menos complejos, en una disciplina que tiene por objetivo dar cuenta de cómo cambian unas magnitudes que dependen de otras, dando la posibilidad de limitar el uso de la tecnología para no caer en los excesos, sin llegar a hacer interpretaciones de lo que realmente representan las gráficas construidas.

Valdéz (2003) pretende impulsar la formación y actualización didáctico-metodológica de los docentes de matemáticas respecto al uso de la computadora, y particularmente del software Cabri-géomètre II, dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de la función cuadrática. En este sentido y por tener un enfoque constructivista, adoptado para el concepto de aprendizaje, se retoman los principios de enseñanza:

**El conocimiento no se transmite, es construido por el individuo como resultado de su propia actividad.** Desde el punto de vista de la psicología constructivista, Glasserfeld (2000) señala que el conocimiento sólo puede ser construido por el sujeto cognoscente como resultado de su propia actividad.

**La actividad que propicia el conocimiento es ante todo una actividad mental de orden superior.** En el planteamiento de la psicología constructivista, en la actividad que lleva al aprendizaje se involucran procesos mentales de orden superior que van desde el análisis, la síntesis, la comparación, la abstracción, la deducción, la inducción, el razonamiento lógico, el razonamiento analógico y las heurísticas, entre otros procesos mentales (Duval, 1993).

**La actividad mental que coadyuva al aprendizaje es colectiva y dialógica.** El aprendizaje del ser humano es social, es decir, se da no solamente en el plano de lo individual sino que también transcurre en la interacción del individuo con su entorno social (con sus compañeros de aprendizaje sobre todo) a través de la comunicación.

**El fundamento y el punto de partida para la actividad mental del estudiante lo constituye la situación problémica.** Una situación problémica surge cuando el individuo se percata de que entre él y la consecución de un determinado objetivo cognoscitivo existe un cierto obstáculo, una cierta dificultad. Esta imposibilidad temporal para acceder a la consecución del objetivo puede deberse a la falta de conocimientos o habilidades del sujeto, o a la falta de claridad respecto a cómo aplicar sus conocimientos y habilidades en situaciones nuevas. La situación problémica es en sí misma motivante para la actividad cognoscitiva del sujeto, quien se ve impulsado a resolver dicha situación.

#### **IV. HABILIDADES Y COMPETENCIAS EN EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES PARA TRABAJAR MATEMÁTICAS**

Las habilidades en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) están asociadas con la adquisición, gestión y transformación de información, a través de herramientas para el manejo, organización, obtención, procesamiento y comunicación de información que posibilita contar con mejores condiciones que promuevan nuevas formas de apropiarse del conocimiento en situaciones académicas, laborales y de investigación.

##### **Definición de competencia**

Son variadas las definiciones que se han dado del concepto de competencia, en especial las que hacen referencia al desarrollo de las mismas en los ciclos de educación básica. En el nivel de desarrollo profesional se enfocan hacia las competencias laborales y en términos del proyecto Tuning (2007) se hace referencia

a competencias genéricas y competencias específicas (Beneitone, 2007). Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO 1996) las refiere como:

La estrategia educativa que evidencia el aprendizaje de conocimientos, las capacidades, las actitudes y los comportamientos requeridos para desempeñar un papel específico, ejercer una profesión o llevar a cabo una tarea determinada. Igualmente son concebidas como una compleja estructura de atributos y tareas que permiten que sucedan acciones intencionadas simultáneamente y que se basan en el contexto (cultura y lugar) en el cual se lleva a cabo la acción. Incorporan la ética y los valores. (López, 2006).

En el grupo de las competencias profesionales se encuentran las genéricas que debe tener cualquier profesional y las específicas del área de conocimiento: en el caso de estudiantes de ingeniería se podría decir que dentro del grupo de específicas están las competencias matemáticas. Las competencias profesionales definen el ejercicio eficaz de las capacidades que permiten el desempeño de una ocupación, respecto a los niveles requeridos en el empleo, es algo más que el conocimiento técnico que hace referencia al saber y el saber hacer.

El concepto de competencia engloba no sólo las capacidades requeridas para el ejercicio de una actividad profesional, sino también un conjunto de comportamientos, facultades de análisis, toma de decisiones y transmisión de información, etcétera, considerados necesarios para el pleno desempeño de la ocupación. (López, 2006).

El proyecto *Tuning Educational Structures in Europe* (2007), define la competencia como “una combinación dinámica de conocimiento, comprensión, capacidades y habilidades, que describen los encargados del aprendizaje de un programa educativo o lo que los alumnos son capaces de demostrar al final de un proceso educativo” (Beneitone, 2007. p 37).

Beneitone, (2007) en su informe sobre Competencias en el proyecto Tuning se refiere a la Primera Reunión General del Proyecto ALFA Tuning - América Latina. Como resultado de esta reunión quedó conformada una lista de 27 competencias genéricas de América Latina.

##### **Competencias relacionadas con TIC**

Las competencias tecnológicas relacionadas con las TIC no son un fenómeno o moda del momento, su uso se transformó de una competencia que sólo debían tener los profesionales relacionados con el área de la computación en las décadas anteriores, a una competencia fundamental para la vida de todos en la década actual.

Sin embargo, son pocos los autores que han puesto sobre la mesa de debate cuáles son esas competencias fundamentales relacionadas con las TIC, por lo que se citará una lista basada en los autores Salinas (1999) y González (1993), a partir de las TIC que intervienen en la vida profesional y en las competencias laborales de los trabajadores del conocimiento.

**a) Competencias básicas en el uso de las TIC.** Están relacionadas con el uso eficiente y eficaz de las interfaces hombre-máquina, así como con el software para la manipulación y presentación información.

**b) Competencias en el uso de las TIC para la navegación.** Se refieren al uso eficiente y eficaz de un navegador de internet para la búsqueda y localización de información confiable de diversos tipos y formatos. Así como la navegación para la realización de gestiones como pagos de impuestos y bancos, compras, reservaciones de viajes, etcétera.

**c) Competencias en el uso de las TIC como medios de comunicación.** Son las relativas al uso de correo electrónico, foros, grupos, etcétera, para la comunicación con familiares y amigos, así como para el buen desempeño en grupos de trabajo cooperativo y teletrabajo.

**d) Competencias en el uso de las TIC como medios para el aprendizaje.** Implican el uso de herramientas para acercarse a la educación y formación continua a través de escuelas en línea o para el aprendizaje independiente a través de material multimedia, y simulaciones, en este sentido entre los factores más importantes para asegurar el mejor aprovechamiento de las TIC para el aprendizaje de los estudiantes están, por una parte, la competencia en TIC del docente de área y por la otra, sus creencias, expectativas, flexibilidad al cambio y prácticas pedagógicas (Becker, 2001).

Aunque las TIC por sí solas no garantizan el desarrollo de aprendizajes, sí son un catalizador poderoso para el cambio, la actualización y el mejoramiento de los procesos educativos, reflejados en nuevas teorías de aprendizaje, estrategias de aula actualizadas, cumplimiento de lineamientos o estándares curriculares, métodos de evaluación y facilitación de aspectos administrativos de su trabajo.

Para que un docente pueda integrar efectivamente las TIC en sus procesos de enseñanza/aprendizaje, este debe atender tres aspectos fundamentales: a) adquirir competencia básica en su uso, b) disponer de estrategias pedagógicas adecuadas que le permitan utilizar el potencial transformador de las TIC para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes, y c) de-

sarrollar competencias para llevar a cabo, cada vez mejor, el proceso de integración efectiva de las TIC en su(s) asignatura(s). (Eduteka, 2008).

La Educación Basada en Competencias (EBC) representa una modificación del modelo educativo a través del cual se desarrolla la capacidad de aprender a aprender, por tanto el sistema de evaluación deberá necesariamente modificarse.

Dado que el desarrollo de una competencia sólo puede ser calificado a través del desempeño, se requiere reunir suficientes evidencias durante el proceso de construcción del aprendizaje significativo, como una actividad progresiva, que únicamente puede evaluarse cualitativamente. (Gutiérrez, 2006).

### Competencias matemáticas

La competencia matemática se refiere a la capacidad que adquiere el estudiante para utilizar los conocimientos matemáticos en la solución de problemas, adaptarlos a situaciones nuevas, establecer relaciones o aprender nuevos conceptos.

Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN, 2006) la competencia matemática vincula varios aspectos que deben verse de manera integrada:

**Comprensión conceptual:** de nociones, propiedades y relaciones matemáticas, que se relacionan con el conocimiento del significado, el funcionamiento y la razón de ser de conceptos o procesos matemáticos y de las relaciones entre éstos: la formulación, comparación y ejercitación de procedimientos se refiere al conocimiento de procedimientos matemáticos (como algoritmos, métodos, técnicas, estrategias y construcciones), cómo y cuándo usarlos apropiadamente y a la flexibilidad para adaptarlos a diferentes tareas propuestas.

**Modelación:** entendida como la forma de describir la interrelación entre el mundo real y las matemáticas.

**Comunicación:** implica reconocer el lenguaje propio de las matemáticas.

**Razonamiento:** incluye prácticas como justificar estrategias y procedimientos, formular hipótesis, hacer conjeturas, encontrar contraejemplos, argumentar y exponer ideas.

**Formulación:** tratamiento y resolución de problemas. Está relacionado con la capacidad para identificar aspectos relevantes en una situación para plantear o resolver problemas no rutinarios; es decir, problemas en los cuales es necesario inventarse una nueva forma de enfrentarse a ellos.

**Actitudes positivas en relación con las propias capacidades matemáticas:** tiene que ver con reconocer el saber matemático como útil y con sentido.

Llegar a ser matemáticamente competente es un proceso largo y continuo que se perfecciona durante toda la vida escolar, en la medida que los aspectos anteriores se van desarrollando de manera simultánea, integrados en las actividades que propone el maestro y las interacciones que se propician en el aula de clase. (MEN, 1996).

## V. CONCLUSIONES

En la educación matemática se ha presentado tanto el desarrollo de software especializado como de experiencias de su uso en el aula en todo el mundo. El principal apoyo se ha dado en las simulaciones, la visualización y las representaciones tridimensionales. Se abre la posibilidad de profundizar en el uso de las nuevas herramientas las cuales tienen un profundo impacto transformador en la cognición, al igual que la aplicación de procedimientos matemáticos en diversas disciplinas, que por lo general los estudiantes no perciben cuando se utilizan medios tradicionales de enseñanza-aprendizaje.

En cuanto a las matemáticas en relación con el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, se concluye que estas son un instrumento para realizar con mayor eficiencia cálculos y generar vistas dinámicas, entre otras posibilidades; estos y otros instrumentos no pueden remplazar los conceptos y la aplicación de las matemáticas, independientemente de las bondades de dichos instrumentos. Así como a mediados del siglo pasado tuvimos la regla de cálculo y luego la calculadora de bolsillo con la connotación de ser “científica”, disponemos actualmente de instrumentos más robustos y con mayores capacidades (computadoras de diversos tipos), que no podemos dejar de lado. Los debemos incorporar en el aprendizaje de las ciencias y en las aplicaciones prácticas que se dan en las disciplinas de la ingeniería y la tecnología.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Adell, J. (Noviembre 1997). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa -EduTec*. 7 Recuperado de <http://www.uib.es/depart/gte/edutec-e/revelec7/revelec7.html>.
2. Arboleda, N. y Meneses, R. (1996). Función polinómica de segundo grado: modelo diseñado con hoja de cálculo. *Laboratorio de Investigación y Desarrollo sobre Informática en Educación -LIDIE-Lidie* (9) 2: 1233-127 Bogotá: Uniandes

3. Beneitone, P.; Esqueneti, C; González, J., et al (2007). *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. (Informe final - Proyecto Tuning - América Latina 2004 - 2007. Universidad de Deusto - Universidad de Groningen. Recuperado de [http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com\\_docman&Itemid=191&task=view\\_category&catid=22&order=dmdate\\_published&ascdesc=DESC](http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&Itemid=191&task=view_category&catid=22&order=dmdate_published&ascdesc=DESC)
4. Bravo, N. (2007). *Competencias proyecto Tuning-Europa, Tuning-América Latina*. Manuscrito revisado Julio 2007. Capacitación docente. Universidad de Los Llanos. Recuperado de [http://acreditacion.unillanos.edu.co/contenidos/capitacion\\_docente\\_2semestre\\_2007/competencias\\_proyectotuning.pdf](http://acreditacion.unillanos.edu.co/contenidos/capitacion_docente_2semestre_2007/competencias_proyectotuning.pdf).
5. Cabañas, J. y Ojeda, Y. (2003). *Aulas virtuales como herramienta de apoyo en la educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. (Tesis de pregrado inédita) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bib-Virtual/tesis/Ingenie/Cabañas\\_V\\_J/cap1.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bib-Virtual/tesis/Ingenie/Cabañas_V_J/cap1.htm).
6. Carrión, V. y Ávalos, A. (Septiembre, 1998). *Algebra de funciones mediante procesos de visualización*. Memorias IX Seminario Nacional Microcomputadoras en la Educación Matemática. Ciudad de México. Recuperado de <http://polya.dme.umich.mx/Carlos/mem9sem/carrion/carrion.htm>
7. Comisión Europea. (Bruseles, 24 de julio de 1996). *La sociedad de la información: las nuevas prioridades surgidas entre Corfú y Dublin*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. (COM(96) 395 final) Recuperado de <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:1996:0395:FIN:ES:PDF>
8. Comisión de las comunidades europeas COM (Bruselas, 13 de marzo de 2009). *Estrategia de I+D e innovación para las TIC en Europa: una apuesta de futuro*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. (SEC(2009) 289). Recuperado de <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0116:FIN:ES:PDF>

9. Deulofeu, J. (2007). *Los sistemas de representación y el uso de C.A.S. en el análisis matemático: réplica a la ponencia "La enseñanza y aprendizaje del análisis matemático haciendo uso de C.A.S. (Computer Algebra System)" del profesor Matías Camacho*. Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM Recuperado de [http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero\\_articulo?codigo=2740901&orden=0](http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2740901&orden=0)
10. Dorfler, W. (1993). Computer use and views of the mind. *Learning from Computers: mathematics Education and Technology*, pp.159-186
11. Duval, R . (1993).Registres de représentation sémiotica et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique el de Sciences Cognitives*, 5 : pp. 37-65. Traducción: Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En Hitt, E. (Ed.) *Investigaciones en Matemática Educativa II*. México: Grupo Editorial IberoaméricaLópez García, J. (septiembre 6 de 2003). La integración de las TICs en Matemáticas. Eduteka. Recuperado de <http://www.eduteka.org/Editorial18.php>
12. Eduteka. (octubre 18 de 2003). *Los manipulables en la enseñanza de la matemática*. Autor. Recuperado de <http://www.eduteka.org/Manipulables.php>
13. Esteve, J. (2003). *La tercera revolución educativa*. Barcelona: Paidós.
14. Glasserfeld, E (2000). *Introducción al constructivismo radical*. Editorial Edisa.
15. Goldenberg, P. (septiembre 6 de 2003). *Pensando y hablando sobre tecnología en la clase de matemáticas*. Eduteka. Recuperado de <http://www.eduteka.org/Tema19.php>
16. Hamelink, C. (1997) *New information and telecommunication technologies: social development and cultural change*. Discussion paper n. 86, UNIRISD.
17. Hiltz, Starr Roxanne. (Enero 1 de 1995). *Teaching in a virtual classroom*, International Conference on Computer Assisted Instruction.
18. Hitt, F. (2003). Una reflexión sobre la construcción de conceptos matemáticos en ambientes con tecnología. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, (10) 2: 213-223 de <http://www.emis.de/journals/BAMV/conten/vol10/fernandoHitt.pdf>
19. López, M. (noviembre 2006). Apertura. (6) 5: 36-55 Universidad de Guadalajara. México. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/688/68800504.pdf>
20. Martínez, A. (mayo 2008). Aprendizaje de competencias Matemáticas. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España* 8. Recuperado de [http://adide.org/revista/images/stories/pdf\\_8/ase08\\_a04.pdf?phpM-Admin=BJkT-tBEqKxal12hom7ikt6vVu2](http://adide.org/revista/images/stories/pdf_8/ase08_a04.pdf?phpM-Admin=BJkT-tBEqKxal12hom7ikt6vVu2)
21. Moreno, L. (s.f.). *Instrumentos matemáticos computacionales*. Eduteka. Recuperado de <http://www.eduteka.org/Tema3.php>
22. Consejo Estadounidense de Profesores de Matemáticas. (noviembre 2006). *Principios para matemáticas escolares*. Eduteka de <http://www.eduteka.org/PrincipiosMath.php>
23. Oliveros, R. (1998). *El uso de la tecnología en la enseñanza del cálculo*. Memorias IX Seminario Nacional Microcomputadoras en la Educación Matemática. Ciudad de México. Recuperado de <http://polya.dme.umich.mx/Carlos/mem9sem/rodolfo/rodolfo.htm>
24. Osorio, H. (2007). *La función cuadrática, el modelo de Van Hiele y tecnología*. Trabajo presentado en V Congreso sobre Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora, Costa Rica. Recuperado de <http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/memorias/5toCIEMAC/Talleres/ElmodelodeVanHieleytecnologia.pdf>
25. Ramírez, R. J. (enero-marzo 2006). Las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación en cuatro países latinoamericanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. (11) 28: 61-90 Recuperado de <http://www.comie.org.mx/v1/revista/visualizador.php?articulo=ART00005&criterio=http://www.comie.org.mx/documentos/rmie/v11/n28/pdf/rmiev11n28scB02n03es.pdf>
26. Rubin, A. (2000). *Technology Meets Math Education: Envisioning a practical future*. Manuscrito preparado para el Foro de Tecnología en la Educación: Imaginando el Futuro. Cambridge, MA. Recuperado de [www.air.org/publications/pubs\\_ehd\\_education\\_tech.asp](http://www.air.org/publications/pubs_ehd_education_tech.asp)

27. Palmero, J. y Sánchez, J. (2006). *Estudio de la introducción de la función cuadrática a través de la webquest*. Trabajo presentado en Primer Congreso Internacional de Escuela y TIC. IV Forum Novadors. Más allá del Software Libre. Alicante, España. Recuperado de [http://www.dgde.ua.es/congresotic/public\\_doc/pdf/16057.pdf](http://www.dgde.ua.es/congresotic/public_doc/pdf/16057.pdf)
28. Tapscott, D. (1998). *Creciendo en un entorno digital. La generación N y el aprendizaje*. EEUU: Mc. Graw Hill.
29. Torroba, E. ; Reid, M.; Etcheverry, N. y Espinosa, M. (2006). Los estudiantes proponen un problema: una posibilidad favorecida por los ambientes computacionales informatizados. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. 7: 39-51. Recuperado de [http://www.fisem.org/descargas/7/Union\\_007\\_005.pdf](http://www.fisem.org/descargas/7/Union_007_005.pdf)
30. Valdéz, E. (2003). *Las aplicaciones del Cabri Geometre II en la enseñanza de la función cuadrática: una estrategia constructivista...* Recuperado el 15 de Septiembre de 2009, de <http://semana.mat.uson.mx/MemoriasXVII/XIII/eli-seo.pdf>