

La investigación en Didáctica de la Matemática y el diseño del currículo: una visión con el uso de la tecnología

Eugenio Carlos Rodríguez

RESUMEN

El presente trabajo expresa diversos criterios sobre los problemas actuales en las investigaciones en Didáctica de la Matemática y en el diseño del currículo de Matemática, específicamente en carreras de ingeniería. Cuando se dice Didáctica de la Matemática se está refiriendo a la Didáctica como la ciencia que estudia como objeto el proceso docente-educativo dirigido a resolver la problemática que se le presenta a la escuela: la preparación del hombre para la vida, pero de un modo eficiente y sistémico, particularmente cuando concreta su campo de acción a una disciplina determinada: la Matemática. No se está haciendo referencia a la práctica social asociada a la Matemática Educativa, conocida en la Europa continental como Didáctica de la Matemática, como mencionan Cantoral y Farfán (2009). Se aborda el tema del uso de las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina, los cambios que se introducen en este proceso y la necesidad de realizar investigaciones que produzcan cambios importantes en los enfoques y procedimientos asociados.

Palabras clave: Didáctica de la Matemática. Currículo. Tecnología.

A investigação em Didática da Matemática e a concepção de currículo: uma visão com o uso de tecnologia

RESUMO

O presente trabalho expressa diversos critérios sobre os problemas atuais nas investigações em Didática da Matemática e sobre a concepção de currículo de Matemática, especificamente em carreiras de Engenharia. Quando se diz Didática da Matemática, faz-se uma referência à Didática como a ciência que estuda, como objeto, o processo docente-educador no sentido de resolver a problemática que se apresenta à escola: a preparação do homem para a vida, mas de uma maneira eficiente e sistemática, especialmente quando consolida seu campo de ação em uma determinada disciplina: a Matemática. Não se está fazendo referência à prática social associada à Educação Matemática, conhecida na Europa continental como Didática da Matemática, de acordo com Cantoral e Farfan (2009). Aborda-se a questão da utilização da tecnologia no processo ensino-aprendizagem desta disciplina, as mudanças que são introduzidas no processo e a necessidade de realizar investigações que produzam importantes mudanças nos enfoques e procedimentos adotados.

Palavras-chave: Didática da Matemática. Currículo. Tecnologia.

Eugenio Carlos Rodríguez es Doctor en Ciencias Técnicas y profesor titular del Departamento de Matemática General de la Facultad de Ingeniería Industrial en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae), Calle 114, nº 11901 entre 119 y 127, Marianao, Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: ecarlos@tesla.cujae.edu.cu

Acta Scientiae	Canoas	v. 11	n.2	p.53-68	jul./dez. 2009
----------------	--------	-------	-----	---------	----------------

LAS INVESTIGACIONES EN DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA

Sin lugar a dudas la Matemática constituyen un obstáculo en el camino de un gran número de estudiantes, en diferentes niveles de enseñanza.

Insalvable para muchos, el obstáculo de la Matemática es la causa del fracaso escolar de una buena parte de los estudiantes que abandonan antes de concluir los estudios.

Cada año se celebran un sin número de Congresos, Simposios, Reuniones, Talleres, Seminarios, etc, relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática, en los que participan miles de maestros y profesores de Matemática, así como investigadores en distintas temáticas relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, todos con el propósito de intercambiar experiencias en la solución del problema de cómo enseñar mejor y cómo lograr que se aprendan mejor la Matemática. Con este propósito se preguntan qué contenidos de Matemática se enseñan, cómo se enseñan, de ellos cuales se aprenden, qué elementos intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática y muchas otras cuestiones de interés común.

Todas estas personas investigan en aspectos relacionados con la pedagogía de la Matemática, específicamente relacionados con la Didáctica de la Matemática, como disciplina científica lógicamente estructurada e independiente (BERMÚDEZ, 1994; DEL RÍO, 1992; GODINO, 2001; TORRES, 2000).

Dando respuesta a la pregunta de por qué se investiga en la Didáctica de la Matemática, E.G. Begle y E.G. Gibb (1980) dicen: “hay una necesidad de comprender mejor, cómo, donde y por qué la gente aprende o no aprende Matemáticas”.

En ese mismo artículo estos autores señalan los elementos que interactúan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática:

1. Los estudiantes: habilidades intelectuales, madurez, estilo de aprendizaje, actitudes, ajustes emocionales y sociales.
2. Los contenidos: alcances, ordenamiento, velocidad esperada para desarrollar y procesar los conocimientos matemáticos y su comprensión.
3. Los maestros: conocimientos matemáticos, características humanas, papel que juegan en las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.
4. Modos de instrucción: métodos de enseñanza, uso de medios, diseño de materiales para el proceso de instrucción.

La investigación en Didáctica de las Matemática cubre desde los fundamentos teóricos del desarrollo cognitivo y las diferencias individuales entre los estudiantes hasta los problemas de toma de decisiones en el aula y la escuela y los programas de formación de maestros y profesores (BEGLE, 1980).

Un análisis a los distintos paradigmas de investigación en Didáctica de la Matemática, así como de sus principales problemas de investigación (GODINO, 2001) nos llevan a una gran variedad de temas, entre ellos (KILPATRICK, 1995):

1. Cambios curriculares: los cambios hacia un mayor interés en las aplicaciones de la Matemática y un mayor uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) conducen a un incremento en las investigaciones en estos cambios del currículo.
2. Práctica docente: incluye el análisis del papel del profesor y del alumno, y la relación entre ellos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
3. El proceso de aprendizaje: se trata del estudio de los procesos cognitivos generales cuando se estudian la Matemática, los procesos y estrategias utilizadas para buscar respuestas a los problemas planteados por la Matemática.
4. Prácticas de evaluación: estudia los efectos de la evaluación en la práctica docente y en el aprendizaje.
5. Desarrollo profesional: profundiza en los programas de formación de maestros y profesores de Matemáticas: qué deben saber de Matemáticas y cómo combinar estos conocimientos con el conocimiento y la práctica pedagógica.
6. Contexto social: el aprendizaje individual y el aprendizaje en grupos, las influencias sociales en el aprendizaje.
7. El empleo de la tecnología: la atención de los investigadores se ha centrado en el desarrollo de softwares educativos, para alumnos y profesores y su efecto en la aplicación de los mismos en la práctica docente. Las TIC están penetrando, al principio lentamente, hoy a mayor velocidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje y transformando los paradigmas de este proceso.

LOS NUEVOS PARADIGMAS Y LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA

El creciente desarrollo de las TIC, contribuye a que en el ámbito educativo se lleven a cabo necesarias transformaciones para adecuarse a una sociedad en estado de cambio permanente, con nuevas necesidades y valores.

En el ámbito educativo y particularmente en las aulas, el impacto que producen las TIC determina los grandes cambios a que está sometida la educación, transformándola no sólo en cuanto a su forma, sino también, y en buena medida, a su contenido.

En especial en la Matemática, la introducción de las tecnologías hace que los conocimientos, habilidades, modos de la actividad mental y actitudes que se desea formar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se desarrollen de forma tal que los alumnos se habitúen a reflexionar, plantear hipótesis y conjeturas, validarlas y valorarlas.

Ante estas transformaciones que tienen lugar en la educación surgen numerosas interrogantes:

- ¿Qué papel le corresponde a la escuela?
- ¿Está la escuela suficientemente preparada para asumir el reto tecnológico en la formación de futuras generaciones?
- ¿Sustituirán las nuevas tecnologías en la enseñanza al maestro o se integrarán al marco del proceso de enseñanza-aprendizaje?

En este proceso de inclusión de las TIC debemos actuar desde posturas bien fundamentadas pedagógicamente. Dado que, como bien se sabe, estas herramientas no fueron creadas con fines pedagógicos, la escuela debe adaptarlas a las exigencias y peculiaridades de los procesos educativos que en su seno se desarrollan desde una perspectiva innovadora (O'FARRILL, 2001).

Hay varias ideas fundamentales sobre el papel de las tecnologías en la educación, algunas de las cuales es necesario destacar (O'FARRILL, 2001):

Aprendizaje a lo largo de toda la vida

En primer lugar, el ritmo de cambio es tan rápido que los sistemas de formación inicial no pueden dar respuesta a todas las necesidades presentes y futuras de la sociedad. Hace años que lo sabemos y que somos conscientes de que la formación debe prolongarse durante toda la vida, que el reciclaje y la formación continuada son elementos clave en una sociedad que cambia tan rápidamente.

Nuevos roles para las instituciones educativas

La deslocalización de la información y la disponibilidad de nuevos canales de comunicación tienen efectos notables en las instituciones educativas tradicionales. El más evidente es la globalización de algunos mercados educativos. Es posible que en breve, muchas instituciones compitan en un renovado mercado de formación a distancia a través de las redes telemáticas. La perspectiva tradicional de la educación a distancia está cambiando a pasos agigantados. Las redes no sólo sirven como vehículo para hacer llegar a los estudiantes materiales para el autoestudio (sustituyendo al cartero), sino para crear un entorno fluido multimedia de comunicación entre profesores y alumnos y, tal vez lo más necesario en la actualidad, entre los propios alumnos. Clases a través de videoconferencias, entorno de trabajo en grupo, distribución por línea de los materiales multimedia, etc. son habituales en la educación a distancia. Aplicaciones de este tipo ya funcionan. Ahora solo es necesario que las infraestructuras de comunicaciones lo permitan de modo generalizado.

Nuevos roles para profesores y estudiantes

Hablar de la transformación del rol del profesorado universitario en la era digital, o de las perspectivas de dicha transformación, nos lleva a considerar temas íntimamente relacionados con la vida universitaria, entre ellos la tradición y/o innovación, o la misma función de la institución universitaria. No podemos ignorar los cambios que se avecinan para la institución universitaria en los próximos años y ambos, rol del profesor y cambios en la institución, están fuertemente relacionados. Si la llegada de las TIC va a afectar a las formas de enseñanza de las universidades, entonces el rol de los profesores se verá afectado.

Nuevos materiales de enseñanza y aprendizaje

La digitalización y los nuevos soportes electrónicos están dando lugar a nuevas formas de almacenar y presentar la información. Los tutoriales multimedia, las bases de datos en línea, las bibliotecas electrónicas, los hipertextos distribuidos, etc., son nuevas maneras de presentar y acceder al conocimiento que superan en determinados contextos las formas tradicionales de la explicación oral, la pizarra, los apuntes y el manual. No es necesario explicar las bondades de las simulaciones de procesos, la representación gráfica, la integración de texto, imagen y sonido o de la navegación hipertextual. En el futuro estos tipos de soportes serán utilizados de forma creciente en todos los niveles educativos. Las herramientas de autor permitirán que los profesores desarrollen sus propias aplicaciones para la enseñanza.

A pesar de los avances de las tecnologías en su relación con la educación sigue existiendo un problema en la utilización de los recursos informáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje: la falta de un enfoque pedagógico que combine adecuadamente las posibilidades que brindan estos recursos con los resultados de una investigación seria de su utilización desde el punto de vista de la Didáctica.

Un primer acercamiento a este enfoque se plantea por la profesora Durán (2001) en su tesis de Maestría, cuyos elementos fundamentales se dan a continuación.

A pesar de que a primera vista, se aprecian como componentes del proceso docente educativo el aprendizaje, la enseñanza y la materia de estudio, el resultado de un análisis más profundo de este proceso permite distinguir como componentes fundamentales del proceso los siguientes: objetivos, contenidos, métodos, formas de enseñanza, medios, evaluación del aprendizaje y proceso de comunicación entre los participantes.

Los medios de enseñanza-aprendizaje

En este análisis es esencial el uso de los medios informáticos, como medios de enseñanza-aprendizaje, considerando como concepto de medios de enseñanza-aprendizaje: “todos los medios materiales necesitados por el maestro o el alumno para una estructuración y conducción efectiva y racional del proceso de educación e instrucción

a todos los niveles, en todas las esferas de nuestro sistema educacional y para todas las asignaturas, para satisfacer las exigencias del plan de enseñanza” y teniendo en cuenta que puestos en manos de los estudiantes se convierten en medios de aprendizaje.

Específicamente consideraremos cómo los medios informáticos influyen sobre las restantes categorías didácticas particularmente algunas herramientas consideradas dentro de las TIC, tales como el Correo Electrónico, los Foros de Discusión “off line”(pizarrón de mensajes) y “on line” (chat), los Hipertextos, los Asistentes Matemáticos, las plataformas virtuales y otras tecnologías específicas.

Por la importancia de los medios de enseñanza-aprendizaje en este proceso, haremos un aparte para referirnos a ellos.

Los objetivos

En tanto, la computadora es un instrumento matemático por excelencia, el trabajo sistemático con ella, y sobre todo a través del uso de distintas tecnologías, permite ahondar en la formación del pensamiento matemático de los estudiantes y en consecuencia, plantearse objetivos de mayor alcance e importancia imposibles en épocas pretéritas.

Los contenidos

Esa influencia de las TIC sobre los objetivos se refleja de forma directa sobre los contenidos, y no solamente sobre los contenidos específicos, por la relación que existe entre ambas categorías. El gran volumen de información científico técnica que a diario se produce y divulga en el mundo y la rapidez con que caduca una parte de ella, hace que la permanencia o inclusión en el currículo de contenidos, sobre todo específicos, sea objeto de discusión por parte de directivos y docentes, pues de lo que se trata es de organizar la asignatura, sin ampliar el tiempo lectivo dedicado a ella y asegurar que se satisfagan las exigencias del modelo del profesional deseado.

El uso de las tecnologías tiene una incidencia directa en el tratamiento de los contenidos específicos pues permite abordar ejercicios de mayor complejidad y que pueden producir un mayor acercamiento a los problemas reales de la ciencia y la técnica y así desplazar el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la modelación y el discernimiento, en resumen hacia el desarrollo de las habilidades generales matemáticas, dejando los cálculos laboriosos e intrascendentes desde el punto de vista didáctico a la computadora.

Al analizar el uso de las herramientas incluidas en las TIC se observa que estas inciden en primera instancia sobre los contenidos no específicos de enseñanza, especialmente los relacionados con los procedimientos para realizar la actividad de estudio, los que de forma directa se reflejarán en las posibilidades que tendrá el estudiante para la superación autodidacta en su vida como profesional.

Por otra parte las TIC posibilitan la incidencia sobre un tercer tipo de contenidos no específicos: la formación de valores éticos y morales, tales como la honestidad, la honradez, el sentido del trabajo, la responsabilidad y la creatividad.

Los métodos

Otra de las categorías didácticas que reciben la influencia de los medios son los métodos, considerados como una serie de pasos u operaciones estructuradas lógicamente, con las que se ejecutan distintas acciones encaminadas a lograr un objetivo determinado.

En el proceso docente educativo el método es la principal vía que toman el profesor y el estudiante para lograr los objetivos fijados en el plan de enseñanza, para impartir y asimilar el contenido de ese plan. Por tal motivo se puede hablar de métodos de enseñanza y métodos de aprendizaje los cuales mantienen una interrelación dialéctica.

No es lo mismo cuando se está utilizando el método expositivo y se utiliza la computadora para mostrar lo que se explica, que cuando el alumno tiene que imaginar lo que se le quiere explicar. Esto fundamentalmente se destaca cuando se explican determinados procesos dinámicos y son visualizados utilizando la computadora. Ni tampoco es igual cuando de forma independiente tiene que estudiar determinado contenido, y tiene que utilizar sólo los libros de texto, que cuando dispone de algún hipertexto para tal fin, lo que, en dependencia de la cantidad de nodos de información y enlaces de esa herramienta, puede ser tan amplio y potente que utilice recursos multimedia (lo que se considera hipermedia) y hagan posible un trabajo independiente de más calidad.

Las formas de enseñanza

Consideremos como formas organizativas fundamentales del proceso docente educativo la clase, la práctica laboral, el trabajo investigativo de los estudiantes, la autopreparación de los estudiantes y la consulta, y centremos la atención en la clase, la autopreparación y la consulta.

Se considera que las formas de enseñanza varían considerablemente si se utilizan los medios informáticos analizados anteriormente pues la forma de desarrollar las clases adquieren nuevos matices, así como la consulta y la autopreparación del estudiante alcanzan otras dimensiones.

La evaluación

La utilización de la tecnología informática brinda la posibilidad de ampliar la concepción de la evaluación del aprendizaje. La evaluación se modifica sustancialmente al utilizar estas herramientas ya que la posibilidad de cumplimiento de las funciones de la evaluación aumenta, en particular la función educativa, motivadora pues, favorece que el alumno defienda y argumente sus explicaciones contribuyendo a la formación

de convicciones, formación de hábitos de estudio, el desarrollo del sentido de la responsabilidad y la autoevaluación.

Las consideraciones que se acaban de realizar en cuanto a matices y perspectivas didácticas que se producen por la introducción de algunas herramientas de la tecnología informática se reafirman a continuación, dado que ésta ha venido a complementar o sustituir procesos que anteriormente se desarrollaban sin el uso de la tecnología informática. Asimismo, ha venido a introducir innovaciones o transformaciones en el proceso enseñanza-aprendizaje.

La complementación o sustitución de procesos se ponen de manifiesto en:

- Las consultas a los estudiantes, identificadas como una forma de enseñanza, como un espacio previsto por el profesor para que el estudiante acuda a evacuar sus dudas o a proponer sus alternativas de solución a los problemas. Estas herramientas brindan una alternativa más para realizar las consultas e inclusive para algunos estudiantes se puede producir prácticamente una sustitución de la consulta presencial por una consulta mediada por la computadora.
- Las orientaciones para el estudio, para las clases prácticas, seminarios o laboratorios donde en lugar de imprimir una página o folleto a estos fines, aparecen en un sitio Web a modo de sustitución.

El proceso de evaluación del aprendizaje, el cual se complementa y enriquece con el uso de la tecnología informática, fundamentalmente en su función de retroalimentación.

Los elementos de innovación o transformación se identifican en lo siguiente:

- Se induce a los estudiantes a incursionar de manera independiente en partes de la materia objeto de estudio. Con ello se favorece el desarrollo de la autopreparación como forma de enseñanza obligada ante el nuevo valor del conocimiento y la necesidad de formación continua.
- La organización tradicional, por llamarle de alguna manera, va desapareciendo y está siendo reemplazada por una forma de proceder de profesores y estudiantes totalmente nueva. Esta transformación se concreta en un canal de comunicación estudiante/profesor, estudiante/estudiante, con características propias. Como se puede apreciar los estudiantes utilizan la tecnología para colaborar, consultar a otros, solicitar ayuda por correo electrónico, etc.
- El ambiente de aprendizaje se va tornando diferente y la didáctica no se queda al margen de estos cambios.

Desde la perspectiva del profesor la utilización de estas herramientas constituye un gravamen para su trabajo ya que tiene que manejar simultáneamente dos ambientes de enseñanza-aprendizaje. Es necesario destacar que el profesor requiere poseer habilidades elementales en el manejo de estas herramientas de las TIC y buenos conocimientos sobre la herramienta tecnológica específica que se haya decidido utilizar para dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura con creatividad.

Las Nuevas Tecnologías y la educación han avanzado hacia la utilización de las Redes de Comunicación, lo que está teniendo un gran impacto en los procesos de formación y capacitación como Sistemas de Enseñanza no Presencial basados en las plataformas virtuales que soportan dichas redes en diferentes escenarios educativos, ubicados en condiciones tecnológicas, culturales y económicas de gran diversidad.

No obstante, un rápido análisis de la realidad actual nos revela que hay muy pocas experiencias que verdaderamente superen las formas tradicionales de aprendizaje utilizadas en la enseñanza a distancia, y que sólo se ha producido una actualización tecnológica en función del uso de Internet y de algunos desarrollos multimedia.

Así, es poco frecuente encontrar que dichas experiencias comiencen por caracterizar la situación de aprendizaje, el modelo educativo de referencia y el diseño de estrategias para ese entorno.

En la configuración de un escenario, en el que se considere el uso de las tecnologías en la enseñanza no presencial o semipresencial, se deben considerar los siguientes aspectos (SANTÁNGELO, 2000):

Una caracterización de la situación de aprendizaje

La primera aproximación a una situación de aprendizaje nos enfrenta a un conjunto de interrogantes, tales como:

- ¿Explicitaron los docentes las intenciones educativas?
- ¿Reconocieron los conocimientos previos de los estudiantes?
- ¿Se consideró el criterio de significatividad de los aprendizajes?

Una primera aproximación al contenido

La cantidad y calidad de la información y de los conocimientos a suministrar deberán precisarse en virtud del perfil de los estudiantes y del tiempo que se prevé para cada actividad de formación. Es deseable que, además del conjunto de contenidos académicos, también se definan las competencias que se esperan desarrollar junto a las actitudes y valores pertinentes.

Una descripción de la situación

Para la situación de aprendizaje, debemos considerar que los estudiantes deben comprometer una cierta cantidad de tiempo efectivo. A su vez, los docentes necesitarán, mayor tiempo para preparar y administrar el curso.

Es necesario pensar en Modelos Pedagógicos cuando decidimos el uso de Nuevas Tecnologías, especialmente en la Educación a Distancia o más propiamente en la Enseñanza no Presencial, porque muy frecuentemente el impacto y los avances rápidos de las tecnologías de la información y la comunicación hacen que se les considere el factor principal y esto anula o deja de lado los principios básicos del aprendizaje, reduciéndolos a una versión superficial e intuitiva.

Generalmente se observa un desplazamiento excesivo hacia la importancia de los materiales y contenidos, y el uso de algunas herramientas informáticas (e-mail, listas de distribución, páginas web, etc.) por encima de los niveles y procesos de interacción y construcción de significados compartidos entre docentes y estudiantes.

A la hora de diseñar un Modelo de Enseñanza no Presencial, es fundamental que derive y sea coherente con un modelo psicopedagógico, que guíe el enfoque educativo, los programas, las situaciones y actividades y las tareas de formación o capacitación.

LAS TECNOLOGÍAS COMO MEDIOS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE

En todos los casos anteriores un elemento común se muestra como imprescindible, los medios de enseñanza-aprendizaje.

El concepto de mediación

La palabra mediación significa la acción y el efecto de mediar, que es interceder, interponer, estar en medio de algo. Desde una óptica filosófica expresa la existencia de un objeto o concepto a través de sus relaciones con otros objetos o conceptos. En Psicología es el proceso de ubicación y utilización de un elemento material o una estructura psicológica de carácter simbólico entre el individuo y la realidad sobre la que opera para transformarla o conocerla.

Fue L. S. Vigotsky (1979) quien introdujo en la teoría psicológica el concepto de mediación para designar la función de los instrumentos, tanto materiales como psicológicos, que constituyen herramientas de interposición en las relaciones de las personas con otras personas y con el mundo de los objetos sociales. Este concepto en el proceso educativo adquiere una dimensión especial por su papel en la socialización de la personalidad de una manera sistematizada, por tanto se habla de una mediación pedagógica.

La mediación pedagógica

Su esencia radica en el proceso interactivo del profesor y de los medios de enseñanza-aprendizaje con los alumnos, que es capaz de promover y acompañar el aprendizaje. Presupone una atención y un tratamiento especial a todos los elementos personales y no personales del proceso pedagógico con la intención de viabilizar un proceso educativo participativo, creativo, interactivo y expresivo.

Todos estos elementos se convierten en mediadores de dicho proceso para facilitarlos y elevar su calidad, por tanto, el acto de mediar pedagógicamente es ofrecer recursos para promover un aprendizaje acorde a los tiempos que corren y el profesor tiene obligatoriamente que convertirse en un mediador de excelencia entre los resultados de la Cultura (conocimientos teóricos y práctica profesional) y los alumnos. La mediación pedagógica debe concebirse como un fenómeno integral que afecta a todos los participantes en el proceso educativo, así como a los objetivos, los contenidos, los medios, las formas y la evaluación de la enseñanza.

El conocimiento científico

Uno de los problemas esenciales de la enseñanza de la Matemática consiste en la utilización de métodos y medios de enseñanza-aprendizaje que propicien en los alumnos la formación de un conocimiento científico. Cuando el conocimiento que se quiere formar es científico, tiene que crear una actividad cognoscitiva nueva (Labarrere, 1994), lo que hace que la enseñanza y los medios de enseñanza que utilizemos sean diferentes, particularmente por el lenguaje que tiene la Matemática, que ha de ser el lenguaje científico donde, además del habitual, se da el simbólico.

Las tecnologías (Martín, 2000) constituyen medios importantes y actuales para lograr esto, pues no basta con la enseñanza expositiva para que el estudiante se forme un conocimiento científico de la Matemática, pues, la actitud científica hay que formarla, educarla en los estudiantes.

Hay dos niveles del conocimiento científico de la Matemática, el empírico y el teórico. El nivel empírico da sólo el saber del hecho o los hechos fundamentales que caracterizan un fenómeno. Es un saber principalmente de datos, de hechos y de propiedades. Para este caso las tecnologías son un potente medio, con la visualización, a través de las tecnologías podemos formar el nivel empírico, pues este emplea acciones materiales sobre los objetos, y esto sienta las bases para el nivel teórico que emplea esencialmente la abstracción, sobre la base del saber empírico, y puede así el maestro llevar al alumno a que descubra las propiedades esenciales.

El nivel empírico utiliza un lenguaje descriptivo para obtener saber sobre los hechos, por lo que es común la utilización de los datos, mientras que el nivel teórico emplea un lenguaje simbólico y su sentido son los objetos ideales.

Ambos niveles se distinguen también por los métodos de enseñanza y aprendizaje. El empírico emplea métodos que permiten describir los hechos, y es por eso que para

este nivel resulta útil la utilización de los medios, y el nivel teórico utiliza métodos para distinguir las esencias, por ejemplo el hipotético-deductivo, el lógico histórico, la ascensión de lo abstracto a lo concreto pensado, etc.

Por tanto, consideramos que la metodología de la utilización de los medios, para la formación de un conocimiento científico en la enseñanza de la Matemática, se determina por los principios siguientes (CREA, 2003):

- a) Permitir la objetividad y cognoscibilidad de los fenómenos;
- b) Dar un enfoque multifacético en el estudio de los procesos, fenómenos y hechos, su interacción e interdependencia;
- c) Permitir la consideración de los objetos de investigación en movimiento, cambio y desarrollo;
- d) Posibilitar dar paso del análisis y la explicación del fenómeno al conocimiento de su esencia, la revelación de las leyes, tendencias y regularidades de los fenómenos y hechos estudiados;
- e) Considerar la práctica como fuente y criterio de la veracidad.

El conocimiento científico expresa siempre una aproximación más objetiva al conocimiento verdadero porque su intencionalidad es precisamente esta, por lo que tiene que hacer uso de medios de probada efectividad para desentrañar la esencia de los objetos y fenómenos de la realidad y establecer diferentes instancias de complejidad de este, y las tecnologías constituyen en la actualidad un potente medio con estas características, por lo que desde la primaria hasta el nivel universitario se debe valorar las vías didácticas para su uso efectivo.

Los medios de enseñanza-aprendizaje como mediadores en este proceso

Es casi imposible pensar en la realización de este proceso sin la existencia de los medios de enseñanza-aprendizaje, aun en el caso de una actividad puramente expositiva, en esta, la voz del profesor es el medio esencialmente utilizado para desarrollar el contenido en función del objetivo propuesto.

La tecnología brinda herramientas poderosas para ser utilizadas como medios de enseñanza-aprendizaje, por ejemplo, las computadoras y las calculadoras graficadoras. El uso de la tecnología implica un cambio en los paradigmas, el modelo de enseñanza tradicional tiene que ser transformado simultáneamente con la introducción de las TIC, mediante nuevas concepciones pedagógicas.

Las TIC no sólo son un nuevo medio de enseñanza para seguir haciendo lo que se hacía antes; sino una oportunidad de cambio hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje

que potencie el desarrollo de la personalidad de los educandos, el diálogo y la investigación conjunta de profesor y estudiantes en conjunto, visto el primero sólo como un colaborador más experimentado y facilitador del proceso de aprendizaje de sus alumnos, donde ambos adquieran habilidades para la gestión de la información y el conocimiento en los nuevos entornos de aprendizaje donde antes aprendían a tomar buenas notas de clase, y donde el propósito sea aprender a aprender, aprender a ser y aprender a desaprender, fundamentalmente.

OTRO ENFOQUE DEL PROBLEMA: EL CURRÍCULO DE MATEMÁTICA

Otro enfoque del problema, planteado por Carlos y Ansola (2009) parte de la perspectiva del diseño curricular, particularmente en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática, y más específicamente en las carreras de ingeniería.

Las calculadoras, los softwares conocidos como Asistentes Matemáticos y otras tecnologías, ayudan en la recolección, grabación, organización y análisis de datos. Aumentan además la capacidad de hacer cálculos y ofrecen herramientas convenientes, precisas y dinámicas que dibujan, grafican y calculan. Con estas ayudas, los estudiantes pueden extender el rango y la calidad de sus investigaciones matemáticas y enfrentarse a ideas matemáticas en ambientes más realistas.

Sin embargo, en las carreras de ingeniería, estos resultados no siempre se alcanzan, aún con la introducción del uso de distintas herramientas tecnológicas, entre ellas Asistentes Matemáticos, calculadoras graficadoras, plataformas virtuales y otras.

Entre los obstáculos que impiden el logro de estos propósitos se pueden mencionar los siguientes:

- Los profesores no siempre tienen la preparación adecuada para enfrentar el reto que significa aplicar las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.
- Los estudiantes no siempre tienen los conocimientos y habilidades necesarias en el uso de las tecnologías para enfrentar el aprendizaje de la Matemática haciendo uso de ellas.
- El diseño de los currículos de Matemática no poseen la coherencia necesaria para lograr desarrollar habilidades en el uso de las potencialidades que brindan las tecnologías.

Como resultado, el estudiante transita por las asignaturas de Matemática y no logra desarrollar las habilidades necesarias para aprovechar las potencialidades de las tecnologías.

Para lograr lo anterior se hace imprescindible realizar cambios en los currículos, así como en los métodos y estilos de trabajo y en los enfoques de las tareas que se les presentarán a los alumnos.

Un programa de Matemáticas diseñado con el uso explícito de las tecnologías (Rico, 1998), deberá contribuir al desarrollo tanto del alcance del contenido matemático como del rango de situaciones problemáticas o tipos de problemas al que pueden enfrentarse los estudiantes (Guerrero, 2002). El uso de herramientas de cálculo poderosas, así como las construcciones y representaciones visuales ofrecen a los estudiantes acceso a contenidos matemáticos y a contextos que de otro modo serían para ellos muy difíciles de explorar. El uso de herramientas tecnológicas para trabajar en contextos de problemas interesantes puede facilitar el logro de los estudiantes en una variedad de categorías de aprendizaje de orden superior tales como reflexión, razonamiento, planteamiento de problemas, solución de problemas y toma de decisiones.

La falta de coherencia entre el diseño de los currículos de Matemática en las carreras de ingeniería y el uso que se hace de las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de estas materias, limita el uso de las potencialidades que brindan las herramientas tecnológicas de que se dispone.

Se requiere entonces una investigación seria que, como resultado, muestre importantes transformaciones en el diseño de los currículos de Matemática en las carreras de ingeniería, en los cuales, la contradicción que requiere ser transformada se manifiesta en:

1. Los sistemas de objetivos y habilidades de los Programas de Disciplinas y asignaturas.
2. Los sistemas de evaluación de las asignaturas y el diseño de las evaluaciones.
3. Los tipos de clases que se utilizan para impartir las asignaturas.
4. El diseño de los ejercicios, problemas y tareas.

Una investigación de este tipo debe dar como resultado un Sistema Didáctico para la Disciplina Matemática para carreras de ingeniería, que contribuya al desarrollo de habilidades en el uso de herramientas tecnológicas específicas para aprovechar las potencialidades de su utilización, a partir de un programa curricular diseñado con el uso explícito de la tecnología.

CONCLUSIONES

Las TIC pueden llegar a transformar la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática, pero las computadoras por sí solas no transformarán este proceso.

Los maestros y profesores juegan el papel decisivo en esta transformación, junto a los investigadores están llamados a buscar las vías y métodos para la misma. La clave está en la investigación profunda en estos temas: la Didáctica de la Matemática cuando se utilizan las nuevas tecnologías y el diseño de currículos de Matemática con el uso explícito de las tecnologías.

Se considera que investigaciones de este tipo serán beneficiosas tanto desde el punto de vista de la Didáctica como por el hecho de que como resultado de la misma se obtendrá un currículo de Matemática, diseñado con el uso explícito de herramientas tecnológicas específicas, de manera que, en su tránsito por las asignaturas de Matemática, los estudiantes desarrollen las habilidades necesarias para aprovechar las potencialidades de estas herramientas.

Los resultados de estas investigaciones beneficiarán tanto a estudiantes como a profesores. Los profesores porque, habiendo recibido el entrenamiento necesario, estarán preparados para enfrentar el reto de aplicar las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.

Los estudiantes porque, el desarrollo de estas habilidades hará que sus conocimientos y modos de actividad mental se desarrollen de forma tal que se habitúen a reflexionar, plantear hipótesis y conjeturas, validarlas y valorarlas.

Esta investigaciones no solamente tienen su impacto en las transformaciones de las personas y en un proceso social interpersonal de gran repercusión, como es el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que, por tratarse del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática, su impacto se verá reflejado en el desarrollo de egresados con mayores capacidades para enfrentar situaciones nuevas con herramientas tecnológicas, y a mayor plazo, en el desarrollo de la Ciencia y la tecnología.

REFERENCIAS

- BEGLE, E.G.; GIBB, E.G. *Why Do Research*". En "Research in Mathematics Education, Professional Reference Series. National Council of Teachers of Mathematics, USA, 1980.
- BERMÚDEZ, R. et al. *Diagnóstico sobre formación inicial y permanente del profesorado de Ciencias y Matemáticas (nivel medio) en los países iberoamericanos*. OEI. Madrid, 1994.
- CANTORAL, R.; FARFÁN, R. Matemática Educativa: una visión de su evolución. *Acta Scientiae*. Revista de Ensino de Ciências e Matemática v.11, n.1, p.7-20, 2009.
- CARLOS, E.; ANSOLA, E. El currículo de Matemática con tecnología en carreras de ingeniería. En XXIII REUNIÓN LATINOAMERICANA DE MATEMÁTICA EDUCATIVA (Relme 23), República Dominicana. *Anales...* República Dominicana, 2009.
- CARLOS, E.; ANSOLA, E; PÉREZ, O. L. La utilidad y el carácter instrumental de los conocimientos matemáticos, a través del uso de calculadoras gráficas. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, v. 22., 2009.
- CREA (Centro de Referencia para la Educación Avanzada). *Preparación Pedagógica Integral para profesores universitarios*. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela, 2003.
- DEL RÍO, J. et al. *Análisis comparativo del currículo de Matemática (nivel medio) en Iberoamérica*. Madrid: Mare Nostrum Ediciones Didácticas, S.A, 1992.
- DURÁN BENEJAM, M. *La introducción de algunas herramientas de la tecnología*

informática en Algebra Lineal para Ingeniería Informática: su impacto en la Didáctica. Tesis de Maestría. ISPJAE, La Habana, Cuba, 2001.

GODINO, J. D. *Paradigmas, problemas y metodologías de investigación en Didáctica de la Matemática.* En Teoría y métodos de investigación en Educación Matemática, 2001. Tomado de: <<http://www.ugr.es>>. Asesado en: 10 nov. 2009.

GUERRERO, ELOY; LAFFITA, P. O.; CHÁVEZ, A. Transformaciones en el currículo matemático de la enseñanza superior por el uso de las Tecnologías de la información y las Comunicaciones. En: PRIMER CONGRESO VIRTUAL DE APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍA, Facultad Agroforestal del Centro Universitario de Guantánamo. Cuba. *Anales...* Cuba, 2002. Tomado de: <<http://www.universia.pr/congreso/75/75.doc>>. Asesado en: 10 nov. 2009.

KILPATRICK, J. *Investigación en educación matemática: su historia y algunos temas de actualidad.* Educación Matemática. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica, 1995.

LABARRERE, A. *Pensamiento. Análisis y Autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos.* Ciudad México. México: Angeles Editores, 1994.

MARTÍN, A. *CÁCULO 2000. Matemática con calculadora gráfica.* División Didáctica Calculadoras Científicas, CASIO, 2000.

O'FARRILL DINZA, Y. *Cambios en el paradigma de la instrucción y la educación con la introducción de las tecnologías informáticas y su repercusión en la sociedad.* Trabajo presentado y publicado para el examen de mínimo para el Doctorado. ISPJAE, La Habana, Cuba, 2001.

RICO, L. Complejidad del currículo de Matemática como herramienta profesional. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa.* v.I, n.1, p.22–39, 1998.

SANTÁNGELO, H. N. Modelos pedagógicos en los sistemas de enseñanza no presencial basados en nuevas tecnologías y redes de comunicación. *Revista Iberoamericana de Educación.* OEI. n.24, 2000.

TORRES FERNÁNDEZ, P. *La enseñanza de la Matemática en Cuba en los umbrales del siglo XXI: logros y retos.* En: ISPEJV, La Habana, Cuba, 2000.

VIGOTSKY, L. S. *El desarrollo de los procesos psíquicos superiores.* Barcelona. España: Edición crítica, 1979.