

La matemática en el contexto de las ciencias en los retos educativos del siglo XXI

Patricia Camarena

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME),
Instituto Politécnico Nacional (IPN).
Unidad Profesional Adolfo López Mateos,
Col. Lindavista, México, DF.
MÉXICO.

Tel. 5729 6000 ext. 50457

email: pcamarena@ipn.mx

Recibido el 11 de noviembre de 2005; aceptado el 3 de julio de 2006.

1. Resumen

El artículo presenta una investigación que pone a la luz cuatro retos educativos que se constituyen en ejes que regulan el proceso de enseñanza y aprendizaje en el siglo XXI, a saber: tomar en cuenta las diferencias individuales de los alumnos, construir una formación sólida y con conocimientos integrados en el egresado, incorporar las tecnologías electrónicas de la información y comunicación en el ambiente de aprendizaje y favorecer la consolidación del aprendizaje autónomo en el estudiante. Para abordar los retos educativos se describe la teoría educativa titulada: *Matemáticas en el Contexto de las Ciencias*, la cual en su fase didáctica incluye una propuesta metodológica didáctica con tres bloques: introducir la didáctica de *Matemáticas en Contexto* en el ambiente de aprendizaje, instrumentar cursos extracurriculares e instrumentar un taller integral e interdisciplinario.

Palabras clave: matemáticas, contexto, ciencias, TIC, educación, tecnología, aprendizaje, enseñanza.

2. Abstract (The Mathematics in the Context of Sciences in the Educative Challenges of Century XXI)

The article presents an investigation that puts to the light four educative challenges that are constituted in axes that

regulate the process education learning in century XXI, that is to say: to take into account the individual differences from the students, to construct a solid formation with knowledge integrated, to incorporate the electronic technologies of the information and communication in the learning atmosphere and to favor the consolidation of the independent learning in the student. In order to approach the educative challenges the titled educative theory is described: *Mathematics in the Context of Sciences*, which in didactic his fase includes a didactic methodologic proposal with three blocks: to introduce the Didactics of *Mathematics in Context* in the learning atmosphere, to orchestrate extracurricular courses and to orchestrate an integral and interdisciplinary factory.

Key words: Mathematics, context, sciences, education, technology, learning, teaching.

3. Introducción

La matemática constituye el filtro de la matrícula escolar de cualquier institución educativa. Existe una serie de factores que afectan la problemática del proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática, entre éstos están presentes aspectos de tipo curricular, relativos a la formación de los docentes, inherentes a la propia matemática, a causa de la infraestructura cognitiva deficiente de los alumnos, por causa del proceso de enseñanza y aprendizaje no adecuado, por problemas de tipo social, económico y emocional de los estudiantes, ocasionados por obstáculos de tipo: epistemológico, didáctico, cognitivo y ontogénico, por malos hábitos de estudio (Camarena, 2003). Es claro que en el siglo XXI los estudiantes poseen perfiles distintos de generación en generación, ya que los medios de información han venido a modificar los parámetros de comportamiento, desarrollo físico, psicológico y cognitivo de los jóvenes, repercutiendo en los procesos de formación, situación que lleva a determinar cuatro ejes que regulan el proceso de enseñanza y aprendizaje en este siglo y que se constituyen en retos educativos para el milenio.

4. Desarrollo

4.1 Ejes que regulan el proceso enseñanza-aprendizaje del siglo XXI

- En esta época los estudiantes han sido educados¹ en la primera fase de su infancia de manera no dogmática, de forma tal que este elemento se revela en el salón de clases. Este factor debe ser reflexionado por el docente, traducéndose, entre otros, en considerar las expectativas del alumno, su estilo de aprendizaje y conceptuándolo como ente pensante, independiente y con capacidades integrales. Así, se considera como un primer eje que regula el proceso de enseñanza y aprendizaje en el siglo XXI, tomar en cuenta las diferencias individuales del estudiante.

- La llamada globalización incide en las competencias profesionales de los egresados, la cual exige de profesionales con una formación sólida e integral para que puedan enfrentar todos los cambios científicos que se viven en su área de conocimiento, así como cualquier actividad laboral y estar a nivel profesional de cualquier país (Schön, 1998). Existen varios indicadores de competencias profesionales de diversos niveles de complejidad y profundidad, éstos se expresan en términos de conocimientos, habilidades, aptitudes, destrezas, valores y actitudes, los que también permiten el trabajo en equipo, tener conocimiento amplio de los medios tecnológicos, así como, entre otros, estar capacitado para enfrentar y resolver cualquier problema académico del área profesional, donde se requiere la convergencia de varias disciplinas (Camarena, 1999; Bucciarelli, 1996).

El concepto de formación integral referido al nivel de contenidos curriculares técnicos y científicos² se concibe como una formación con conocimientos integrados, ya que no es suficiente que el alumno tome cursos de física, química, matemáticas, biología, computación, así como de las áreas de su carrera de estudio sino que pueda resolver problemas reales de su vida profesional y laboral, lo que requiere de la integración de todos estos aprendizajes en las estructuras cognitivas del estudiante y del desarrollo de habilidades para la transferencia del conocimiento (Camarena, 1995). Luego, un segundo eje, que regula el proceso de enseñanza y aprendizaje en el siglo XXI, es la formación sólida y con conocimientos integrados en el egresado.

¹ La frase se asevera estadísticamente hablando, es decir, se refiere a la mayoría.

² La formación integral del egresado posee varios niveles de particularidad para ser abordada, uno de éstos es el nivel referente a los conocimientos técnicos y científicos.

- La incorporación de la computadora y todos los sistemas de información y comunicación electrónica han venido a revolucionar las formas de vida de los seres humanos. Los jóvenes estudiantes de todos los niveles educativos han nacido en la era de la tecnología electrónica,³ pasan muchas horas del día frente a una computadora, la que manejan con destreza. Lo que saben es porque les interesó en un momento dado, no porque fuera una obligación aprenderlo. Su cultura es más amplia porque tienen acceso directo a la información. De la experiencia se ha detectado que el internet estimula la curiosidad y fomenta la perseverancia, a través de éste aprenden de forma práctica muchos procesos y conceptos que se pretenden enseñar en clase de forma tradicional, cuando ellos, por medio de imágenes, dinámicas y actividades, aprenden de forma rápida. El alumno con internet aprende más y más rápido que en el sistema escolar, éste es un hecho que no puede ser ignorado por el profesor. Para lo cual es necesario que el docente esté diestro en el uso de las tecnologías, ya que no tendrá que participar y juzgar esquemas y tecnologías nuevas con estructuras mentales viejas.⁴ De hecho, en la actualidad se dice que el proceso de enseñanza y aprendizaje se trabaja con didácticas del siglo XIX, con profesores del siglo XX y con alumnos con mentalidad del siglo XXI. Por otro lado, la preparación adecuada en este tipo de tecnología permite la adaptación de los cuadros profesionales en el ámbito laboral de competencias avanzadas. Por tanto, un tercer eje, que regula el proceso de enseñanza y aprendizaje en el siglo XXI, es la incorporación de las nuevas tecnologías electrónicas de la información y la comunicación, ya sea como una herramienta de trabajo, como apoyo en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje o como un medio por sí mismo.

- Del primer y tercer ejes se formula un cuarto que regula el proceso de enseñanza y aprendizaje en el siglo XXI, el cual concilia a estos dos, el aprendizaje autónomo (Nickerson, 1994). Con los modernos medios tecnológicos de información y comunicación y materiales elaborados ex profeso el alumno se ve favorecido para aprender por sí mismo; es claro que al estar solo frente a la computadora él mismo regula sus tiempos cognitivos a su estilo de aprendizaje y ritmos vitales. De hecho, ésta es una problemática educativa que ha llevado a la actualización curricular de planes y programas de estudio, ya que éstos han quedado rebasados por los estudiantes. Por otro lado, el profesor se enfrenta a un gran reto para guiar al estudiante hacia un aprendizaje autónomo, integrando el he-

³ Se suele decir, de forma utópica, que en esta época los niños incursionan sin problemas y con éxito en la tecnología electrónica porque nacen con un chip integrado en el cerebro.

⁴ Así como al inicio del siglo XX una persona que no sabía leer ni escribir era un analfabeta, en el siglo XXI una persona que no emplea de alguna forma la computadora se considera un analfabeta tecnológico.

cho que los alumnos pasan muchas horas del día interesados en conocimientos que adquieren a través de internet y que con gran destreza interactúan con los medios tecnológicos.

4.2 Preguntas de investigación

Tomando en cuenta estos cuatro ejes se formula la siguiente pregunta general de investigación:

¿Cómo puede contribuir la matemática a satisfacer los ejes descritos que regulan el proceso de enseñanza y aprendizaje en el actual siglo?

De manera particular las interrogantes de investigación son:

- ¿Cómo puede impartirse la matemática para satisfacer las inquietudes de los alumnos y tomar en cuenta sus diferencias personales?
- ¿Cómo la matemática ayuda al estudiante a ser autónomo en su aprendizaje?
- ¿Cómo puede contribuir la matemática a la formación sólida y con conocimientos integrados del egresado?
- ¿Cómo la matemática contribuye al desarrollo de habilidades para la transferencia del conocimiento?
- ¿Cómo incorporar la tecnología electrónica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática?

4.3 La matemática en el contexto de las ciencias

En el presente apartado se muestra el caso particular de una teoría educativa que se ha desarrollado a lo largo de más de veinte años en el Instituto Politécnico Nacional de México, la cual se denomina: *La Matemática en el Contexto de las Ciencias*.

Esta teoría incide en las cinco preguntas particulares que emergen de los ejes que regulan el proceso de enseñanza y aprendizaje en el siglo XXI, como se muestra a continuación en este artículo de investigación. Pero, en particular, se preocupa por lograr egresados del nivel universitario y técnico con formación sólida e integral, bajo el compromiso de calidad para que enfrenten con éxito su actividad laboral y profesional.

Como es sabido, *La Matemática en el Contexto de las Ciencias* es una teoría que nace desde 1982, la cual reflexiona sobre los procesos de formación matemática en los alumnos de programas académicos donde la matemática no es una meta por sí misma,⁵ estableciendo la vinculación entre la

⁵ Esto significa que no se van a formar matemáticos en esos programas académicos.

matemática y las ciencias que la requieren en diversos niveles de articulación (Camarena, 1999, 1995, 1984, 2001) y se fundamenta en los siguientes paradigmas:

- La matemática es una herramienta de apoyo y materia formativa.
- La matemática tiene una función específica en el nivel superior.
- Los conocimientos nacen integrados.

El supuesto filosófico educativo de esta teoría es que el estudiante esté capacitado para hacer la transferencia del conocimiento de la matemática⁶ a las áreas que la requieren y con ello las competencias profesionales y laborales se vean favorecidas.

La teoría contempla cinco fases:

- curricular, desarrollada desde 1984.
- didáctica, iniciada desde 1987.
- epistemológica, abordada en 1988.
- de formación docente, definida en 1990.
- cognitiva, estudiada desde 1992.

4.4 La matemática en el contexto de las ciencias: fase didáctica

La Matemática en el Contexto de las Ciencias en su fase didáctica propone una metodología de acción didáctica para el desarrollo de las competencias profesionales referidas al abordaje de eventos contextualizados, con el objeto de desarrollar habilidades para la transferencia del conocimiento, la cual se da en tres grandes bloques de procesos formativos centrados en el aprendizaje del alumno (Camarena, 2001).

Cabe hacer mención que un evento contextualizado puede ser un problema o un proyecto.⁷ Dependiendo del avance de estudios que tenga el alumno, en los primeros semestres es más factible emplear problemas contextualizados, mientras que en los últimos semestres de sus estudios se recomienda el empleo de proyectos contextualizados, ya que sus conocimientos son más amplios.

⁶ La transferencia del conocimiento de la matemática involucra el desarrollo de habilidades, aptitudes y destrezas matemáticas, cognitivas y psicológicas (Pozo, 2000; Camarena, 2001).

⁷ Un proyecto se distingue de un problema porque el proyecto involucra varios problemas, aunque las diferencias profundas y formas de uso se pueden consultar en la teoría de las Ciencias en Contexto (Camarena, 2004).

Los tres bloques de procesos formativos son:

Bloque 1

Introducir la didáctica de la matemática en contexto en los ambientes de aprendizaje, con lo cual se establece la vinculación entre disciplinas de la carrera de estudio del alumno y la matemática, a través de eventos contextualizados en estas áreas, de eventos de la actividad laboral y profesional del área de conocimiento de que se trate y de problemas de la vida cotidiana cuando proceda.

Bloque 2

Instrumentar cursos extracurriculares en donde se realicen actividades para el desarrollo de habilidades del pensamiento, habilidades metacognitivas y habilidades para aplicar heurísticas al abordar los eventos contextualizados, así como actividades para bloquear creencias negativas.

Bloque 3

Instrumentar un taller integral e interdisciplinario en los últimos semestres de estudio del alumno, en donde se aborden problemas y proyectos reales de la industria.

Primer bloque

La Matemática en el Contexto de las Ciencias en su fase didáctica incluye una estrategia didáctica denominada: *Matemática en Contexto* (Camarena, 1995), la cual se encarga de que el alumno viva una matemática vinculada con sus intereses, sin aplicaciones artificiales, con la notación que requerirá en su carrera de estudio, no árida, de tal forma que logre conocimientos estructurados y no fraccionados, que le permita construir su conocimiento con amarres firmes y duraderos, no volátiles, que le motive para que su desempeño académico se incremente y de tal forma que desarrolle habilidades para la transferencia del conocimiento (Ausubel, 2001; Camarena, 1999, 2004).

La *matemática en contexto* proporciona un proceso metodológico que toma como herramienta de trabajo la resolución de eventos contextualizados. Hay varias formas de llevar a cabo la *matemática en contexto*, la más burda es dando las famosas aplicaciones de la matemática, que son problemas típicos, de tal forma que se convierten en ejercicios, en contraposición con los problemas.

Los problemas se definen como aquella situación que crea conflicto en el individuo, de tal forma que un problema planteado puede ser problema para algunas personas pero para otras no lo será (Ausubel, 2001; Santos, 1997). Mientras que un ejercicio es aquella situación en donde la persona puede solucionarlo con sólo repetir un proceso conocido o que de manera inmediata sabe cómo abordarlo, es decir, no le causa conflicto.

El proceso metodológico de la *matemática en contexto* se describe a continuación (Camarena, 1999):

1. Determinación de los eventos contextualizados:

- a. Análisis de textos de las demás asignaturas que cursa el estudiante para determinar los eventos contextualizados que deberán ser planteados a los alumnos, siempre y cuando estén a su alcance cognitivo.
- b. Vinculación con la industria para determinar eventos contextualizados de la actividad laboral y profesional del área de conocimiento de la carrera en cuestión, para ser planteados y abordados por los alumnos cuando proceda.
- c. En acción guiada por el profesor y de forma colaborativa, alumnos y profesor determinan eventos de la vida cotidiana procedentes, que sean del interés del estudiante y que involucren los temas a tratar en el curso.

2. Planteamiento del evento contextualizado.

3. Determinación de las variables y de las constantes del problema.

4. Inclusión de los temas y conceptos matemáticos nuevos necesarios para el desarrollo del modelaje y su solución, así como los temas indispensables de las disciplinas del contexto.

5. Determinación del modelo matemático.

6. Solución matemática del problema.

7. Determinación de la solución requerida por el problema en el ámbito de las disciplinas del contexto.

8. Interpretación de la solución en términos del problema y área de las disciplinas del contexto.

9. Recapitulación de los temas nuevos de matemáticas que han sido incorporados para la resolución del evento, con el propósito de impartir una matemática descontextualizada, en donde se retoma la formalidad que sea necesaria, según el área de estudio.

El proceso metodológico permite el establecimiento de la vinculación entre disciplinas de la carrera de estudio del alumno y la matemática. Esta vinculación entre disciplinas posee como punto clave y central la modelación matemática. Éste es el proceso en donde se pone de manifiesto la transferencia del conocimiento.

A partir de la segunda etapa de la metodología descrita, se hace uso de la tecnología con el propósito de explorar formas diversas con los datos, observar el comportamiento de relaciones, observar gráficas que den cuenta de lo que está sucediendo, mover parámetros en ecuaciones o funciones para entender el comportamiento de los fenómenos que a través de éstas se describen, en fin, de diversas formas se emplean los medios tecnológicos como herramienta de apoyo al entendimiento del evento contextualizado a tratar y por ende al proceso de aprendizaje del estudiante.

La forma de realizar este proceso es en equipos formados por tres estudiantes, en donde la lluvia de ideas⁸ hace su aparición desde el momento en que se plantea el evento contextualizado.

La última etapa es muy importante, ya que ésta le permite al alumno darse cuenta que la matemática es universal y que podrá ser aplicada en diversas áreas del conocimiento, no solamente en su carrera de estudio.

Cabe mencionar que este bloque se ha experimentado con asignaturas aisladas obteniéndose resultados prometedores.

Segundo bloque

El segundo bloque describe la instrumentación de cursos extracurriculares con el propósito de ofrecer una formación integral al futuro profesionista. Este tipo de cursos pretenden suplir una deficiencia curricular que está presente en la mayoría de las instituciones educativas del país.

Se refiere al desarrollo de habilidades del pensamiento, habilidades metacognitivas y habilidades para aplicar heurísticas al abordar eventos contextualizados, así como actividades para bloquear creencias negativas (Nickerson, 1994; Camarena, 2001; De Bono, 1997). Desde luego que estos cursos no son un recetario para resolver problemas, si los hubiera no habría problemas, solamente serían ejercicios. La razón de tomar en cuenta los elementos descritos para los cursos extracurriculares es que éstos intervienen en la resolución de cualquier tipo de problema. A continuación se describen brevemente:

- Las estrategias para abordar un problema en las diferentes partes del proceso de la resolución se les denomina *heurísticas*. El padre de las heurísticas fue Polya, quien a través de preguntas como las que se muestran a continuación guía al estudiante para que pueda resolver problemas: ¿con qué cuento?, ¿qué me preguntan?, ¿qué tipo de datos tengo?, ¿tengo condicionantes?, ¿cuáles

son variables en mi problema y cuáles son constantes?, ¿se podrá resolver para casos particulares y después generalizarlo?, ¿qué problema que ya he resuelto se parece a éste?, ¿cuál es la generalización del problema para ver si es más fácil de abordar?, ¿qué analogías o semejanzas puedo encontrar con otros problemas?, ¿puedo plantearlo de forma diferente para poder abordarlo?, etcétera. Es claro que esta guía de preguntas es aplicable a cualquier evento contextualizado.

- Cuando se resuelven problemas está presente un factor que es denominado *metacognición* (Nickerson, 1994). La metacognición es aquella parte del individuo que le hace ser consciente de su propio conocimiento, de saber si tiene o no todos los elementos cognitivos cuando resuelve un problema o tiene que ir a buscar en libros o consultar personas, etcétera. Cuando la persona está en el proceso de resolución de un problema, la metacognición es el elemento que se encarga de que el individuo se pregunte a sí mismo si va por buen camino o no, es decir, hace que busque contradicciones, incongruencias o elementos que le den la pauta para verificar que sí va bien, en la teoría de *la Matemática en el Contexto de las Ciencias* a esto se le denominan: *puntos de control de error* (Camarena, 2001). También la metacognición está presente cuando el individuo va y verifica si el resultado obtenido satisface o no el problema planteado.
- Las habilidades del pensamiento ayudan al entendimiento de las ciencias y a su vez las ciencias ayudan a desarrollar las habilidades del pensamiento en el individuo que las estudia. Las habilidades del pensamiento se clasifican en básicas y de orden superior (Nickerson, 1994). Entre las habilidades básicas se encuentran: observación, identificación, comparación, clasificación, jerarquización, asociación, inducción, deducción, síntesis, memoria, etcétera. Las habilidades de orden superior son: la creatividad, el razonamiento lógico, crítico, analítico, etcétera. La teoría de *la Matemática en el Contexto de las Ciencias* cataloga a la contextualización (vincular diferentes disciplinas transfiriendo conocimientos), la modelación matemática y la resolución de eventos contextualizados como habilidades de orden superior por la complejidad de los componentes que intervienen. Es claro que las habilidades del pensamiento entran en juego en el proceso de resolución de eventos contextualizados, pero también están presentes en este proceso las habilidades para aplicar heurísticas, así como las habilidades metacognitivas, todas ellas apoyando la transferencia del conocimiento.
- Las creencias son un factor que puede actuar de forma positiva o negativa en el alumno. De hecho, los alumnos, al igual que cualquier persona, poseen creencias

⁸ Esta actividad fomenta la creatividad del estudiante.

negativas y positivas, siendo las primeras las que bloquean para actuar de forma eficiente y las segundas, al contrario, favorecen el ser eficiente en las tareas que se desarrollen (Santos, 1997; Camarena, 2001; De Bono 1997). Como por ejemplo los estudiantes que de inicio antes de intentar resolver el problema ya están expresando que está muy difícil, que ellos no pueden o que mejor se cambie el problema por otro más fácil porque ése no lo van a poder resolver.

Es menester mencionar que este tipo de cursos extracurriculares se han instrumentado durante un semestre, dando muestras del éxito del estudiante a través de los resultados en su aprovechamiento escolar, el cual se encuentra favorecido y la motivación hacia la carrera se incrementa.

Tercer bloque

El tercer bloque instrumenta un taller integral e interdisciplinario con el objeto de abordar eventos contextualizados y reales de la industria (Padilla, 1995; Camarena, 2004; Pozo, 2000).

Esta etapa se considera como la culminación del proceso didáctico de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias*, ya que aquí es en donde se verán reflejadas las acciones de transferencia del conocimiento fomentadas en las etapas anteriores.

Esta etapa aún no se ha echado a andar. La instrumentación de esta etapa, a diferencia de las anteriores, requiere de un grupo interdisciplinario de profesores que se comprometan con el proyecto.

Por la complejidad que representan eventos reales de la industria para el caso de carreras de ingeniería, en un primer momento el taller hará uso de estudiantes egresados en las ciencias de física y matemáticas, ya que se ha visto que el trabajo en equipo es más eficiente y trabajando entre pares de las mismas edades, el lenguaje y la confianza son componentes favorables para el abordaje de eventos contextualizados.

4.5 Los ejes que regulan el proceso enseñanza aprendizaje a la luz de *La Matemática en el Contexto de las Ciencias*

Primer eje: diferencias individuales del estudiante

La forma como se eligen los eventos contextualizados toma en cuenta las inquietudes del estudiante, ya sea porque él participa en su elección o porque son eventos de las asignaturas que son de su interés. El trabajo en equipo permite que cada individuo se exprese libremente sin la presión del profesor, cada quien participa de acuerdo con su estilo de comunicación. Es claro

que a través de la matemática en contexto se cambia el paradigma del proceso de enseñanza y aprendizaje que se centra en el profesor a un paradigma que ahora está centrado en el estudiante, respondiendo a las diferencias individuales del alumno.

La matemática posee diversas formas de representación que se correlacionan con los diversos estilos de aprendizaje de los estudiantes (Camarena, 2001). La representación numérica, algebraica, analítica, geométrica, visual, probabilística y contextual. Al docente le compete hacer uso de estas variadas representaciones para poder llegar a los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos.

Segundo eje: formación sólida y con conocimientos integrados del egresado

A través de la resolución de eventos contextualizados y el trabajo colaborativo en equipo el estudiante construye su conocimiento, lo que le permite tener una formación sólida, con conocimientos conceptuales no solamente mecánicos. Para que los alumnos aborden los eventos contextualizados es necesario que cuenten con los conocimientos de las disciplinas del contexto, las que darán sentido a la matemática involucrada en el evento; al mismo tiempo que los temas y conceptos de las disciplinas del contexto se verán reforzadas. A través de este proceso el alumno asimila una matemática vinculada, no aislada de su realidad e interés –que son las áreas de la carrera de estudio– con lo cual se favorecerá la adquisición de conocimientos integrados, no aislados.

Como se había mencionado la modelación matemática es la que pone de manifiesto la transferencia del conocimiento. Uno de los indicadores de la transferencia es la denominada "transferencia elemental" que se refiere a la traducción del lenguaje natural al lenguaje matemático y viceversa. Con las habilidades de la transferencia del conocimiento la formación sólida del futuro egresado se va consolidando.

Tercer eje: incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

El uso de la tecnología electrónica es evidente en la forma de trabajo de la matemática en contexto, sin éstas no se podría avanzar al ritmo que requiere la carga horaria de los programas de estudio. Por otro lado, el compromiso de los estudiantes al participar en eventos contextualizados los invita a continuar fuera del ambiente de aprendizaje, trabajo que realizan a través de foros de discusión o simplemente por correo electrónico.

Cuarto eje: aprendizaje autónomo

La forma de trabajo en equipo, con un tema que es del interés del alumno y donde se encuentra altamente motivado favo-

recen que sea responsable de su aprendizaje y tienda hacia la autonomía en su aprendizaje.

5. Conclusiones

El reto es grande, la práctica docente es una reflexión constante acerca de cómo hacerlo mejor, de conocer qué nuevas teorías, técnicas o métodos existen para la enseñanza, no hay que alejarse de esta perspectiva para lograr cambios sustanciales.

Las investigaciones que se realizan en la disciplina del profesor, así como en el campo de la enseñanza se deben conocer para ver cómo se pueden incorporar a la práctica docente, porque la investigación educativa disciplinaria y la docencia van de la mano.

6. Referencias

- [1] Ausubel D., *Psicología educativa*. Trillas, México 2001.
- [2] Bucciarelli L., "Designing Engineers". *The MIT Press*, Cambridge, London, England, 1996.
- [3] Camarena P. G., "La matemática en el contexto de las ciencias: las competencias profesionales", Reporte del proyecto de investigación. ESIME-IPN, México, 2004.
- [4] Camarena P. G., "Desafíos para el siglo XXI en la enseñanza de la matemática universitaria". *Memorias de la XI CIAEM en Blumenau, Brasil*, 2003.
- [5] Camarena P. G., "La matemática en el contexto de las ciencias, la resolución de problemas", Reporte del proyecto de investigación. ESIME-IPN, México, 2001.
- [6] Camarena P. G., "Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería". Reporte del proyecto de investigación. ESIME-IPN, México, 1999.
- [7] Camarena P. G., "La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería". *Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana*, México, 1995.
- [8] Camarena P. G., "El currículo de las matemáticas en ingeniería". *Memorias de las Mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN*, México, 1984.
- [9] De Bono E., *El pensamiento lateral, manual de creatividad*. Paidós Empresa 5, 1997.
- [10] Nickerson R., Perkins D., *Enseñar a pensar, aspectos de la aptitud intelectual*. Editorial Paidós M. E. C., México, 1994.
- [11] Padilla, H., *El pensamiento científico*. Trillas, 1995.
- [12] Pozo J. y Crespo M., *Aprender y enseñar ciencia*. Ediciones Morata, 2000.
- [13] Santos Trigo L. M., *Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas*. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V., México, 1997.
- [14] Schön, D. *El profesional reflexivo*. Temas de Educación Paidós, 1998.

Instituto Politécnico Nacional

Centro de Investigación en Computación

Magno Congreso Internacional de Computación CIC-IPN
21-24 noviembre 2006

Centro Cultural
Jaime Torres Bodet
Auditorio B, Manuel Moreno torres