

LA MATEMÁTICA EN EL CONTEXTO DE LAS CIENCIAS

Patricia Camarena Gallardo
Instituto Politécnico Nacional, México
patypoli@prodigy.net.mx

Resumen

El presente trabajo muestra los resultados de varias investigaciones educativas relacionadas con el proceso enseñanza aprendizaje de la matemática en carreras de ingeniería, en donde la matemática no es una meta por sí misma. Como es sabido, en el proceso enseñanza aprendizaje intervienen varios factores y personajes, entre los más relevantes se encuentran los alumnos, el profesor y el contenido a enseñar. Tal es el efecto de estos tres elementos que se han constituido en una de las llamadas ternas doradas de la educación. Para el desarrollo de la conferencia se toman como hilos conductores a cada uno de los tres puntos mencionados, llevando a cabo un análisis sobre cada uno de ellos y las interrelaciones que se establecen entre los mismos, siempre girando en torno a la función específica de la matemática en los niveles educativos medio superior y superior. Cada resultado que se presenta está sustentado a través de investigaciones que se han llevado a cabo a través de prácticamente veinte años, las cuales han convergido a constituir una teoría educativa que lleva por nombre el título de la presente conferencia. Entre los resultados más sobresalientes se cuenta con la fase curricular, cuya ponderación mayor recae en la interrelación del profesor con el contenido, en ésta se ha diseñado la metodología DIPCING para el diseño de programas de estudio de matemáticas. Respecto al alumno se tienen estudios de tipo cognitivo en donde los registros de representación de los objetos matemáticos son el numérico, visual, algebraico o analítico (según sea el caso), registros dados por Duval, pero el grupo de trabajo ha determinado que hay un cuarto registro fundamental para el aprendizaje de la matemática en estos niveles educativos: el del contexto. Referente a los contenidos matemáticos un constructo teórico relevante que se ha elaborado es el denominado *transposición contextualizada*.

Introducción

La teoría que aquí se resume se ha desarrollado a lo largo de 20 años en el Instituto Politécnico Nacional de México. Se inició con investigaciones sobre el currículo tratando de abordar la problemática del proceso enseñanza aprendizaje de la matemática en carreras de ingeniería. En particular enfrentando el por qué se tienen que impartir los contenidos programáticos de los programas de estudio en carreras de ingeniería y tratando de buscar respuestas a la problemática que todo docente de matemáticas vive con los estudiantes, quienes parece que odian a la matemática, en donde se repite la situación de que en apariencia nunca han visto los conocimientos que les exige el profesor.

De esta forma cada año se desarrolla una investigación que va dando forma a lo que ahora se ha constituido como una teoría educativa que nace en el nivel superior y se está llevando hacia los niveles educativos anteriores.

La matemática en el contexto de las ciencias

Se fundamenta en la función específica que tiene la matemática en el nivel superior en carreras en donde no se van a formar matemáticos y en el paradigma de conocimientos integrados (Camarena, 1999).

Con este fundamento y tomando en cuenta que en el salón de clases están presentes tres elementos centrales: el alumno, el profesor y el contenido a ser enseñando y aprendido, los cuales interactúan entre sí, véase la figura No. 1, se abren cinco fases:

- La curricular (desde 1984)
- La didáctica (desde 1987)
- La epistemológica (desde 1988)
- La de formación de docentes (desde 1990)
- La cognitiva (desde 1992)

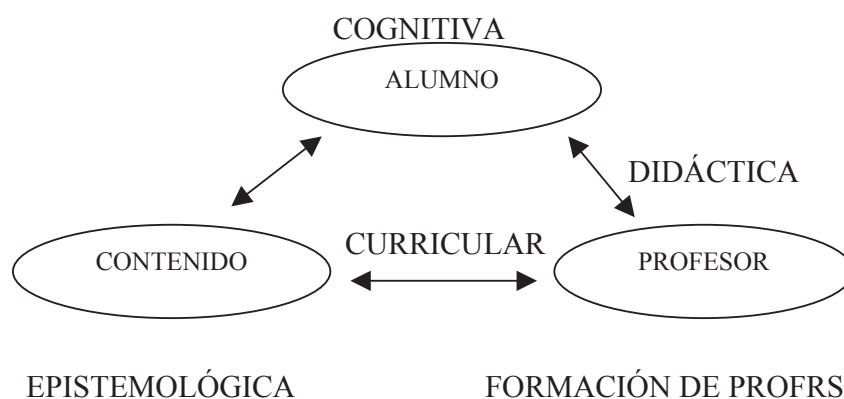


Figura. No. 1. Una terna dorada en educación.

Fase curricular

La fase curricular posee una metodología denominada DIPCING para el diseño de programas de estudio de matemáticas en carreras de ingeniería (Camarena, 1984).

Con la metodología se obtiene vinculación curricular interna (entre la matemática y las asignaturas de las ciencias básicas, la matemática y las ciencias básicas de la ingeniería, así como entre la matemática y las especialidades de la ingeniería). También se logra la vinculación curricular externa (entre el nivel medio superior y el nivel superior, el nivel superior con el nivel posgrado, así como entre la escuela y la industria, tomando como eje rector a la matemática).

Algunos de los constructos teóricos sobresalientes son los diferentes tipos de contenidos que se presentan, unos apoyan a las partes teóricas de la ingeniería, mientras que los otros a los temas y conceptos de aplicación de la ingeniería, dando evidencia de en qué temas de la matemática se deberán desarrollar habilidades y destrezas matemáticas y en cuáles no es necesario desarrollarlas (Camarena, 2002_b).

Fase didáctica

La fase didáctica (Camarena, 1987) presenta una propuesta didáctica denominada *matemáticas en contexto* (Camarena, 1995), en donde se vincula la matemática con otras asignaturas y contempla 7 etapas:

- 1.- Planteamiento del problema de las disciplinas del contexto.
- 2.- Determinación de las variables y de las constantes del problema.

3. Inclusión de los temas y conceptos matemáticos necesarios para el desarrollo del modelaje y su solución.
- 4.- Determinación del modelo matemático.
- 5.- Solución matemática del problema.
- 6.- Determinación de la solución requerida por el problema en el ámbito de las disciplinas del contexto.
- 7.- Interpretación de la solución en términos del problema y área de las disciplinas del contexto.

Una de las etapas centrales es la elaboración del modelo matemático, situación que llevó a caracterizar y clasificar a los modelos matemáticos dentro de la ingeniería (Camarena, 2000).

Por la necesidad de partir de problemas concretos, desde el año 2000, se ha incorporado la resolución de problemas (Polya, 1976), así como los constructos teóricos de la teoría de Resolución de Problemas, como lo son las heurísticas, las habilidades del pensamiento, la metacognición y las creencias (Nickerson 1994; De Bono, 1997; Santos, 1997). Se puede recurrir a los trabajos de Herrera (2003) para mirar este proceso.

La instrumentación de la propuesta de la matemática en contexto se ha llevado a cabo de forma experimental, a través de la cual se toman los problemas de otras asignaturas, en donde están presentes tanto el docente de la asignatura del contexto como el docente de matemáticas, y se trabaja la matemática contextualizada, regresando a la clase de matemáticas para presentar contenidos matemáticos descontextualizados para que el alumno pueda aplicar estos conocimientos matemáticos en otros contextos (Camarena, 1999).

A través de la matemática en contexto se ha verificado que el estudiante puede llevar a cabo la transferencia del conocimiento de forma eficiente (Camarena, 1999).

Como parte de los productos de investigación se cuenta con el diseño de materiales de apoyo didáctico para cursos en contexto como: ecuaciones diferenciales en el contexto de los circuitos eléctricos (Camarena, 1987), análisis de Fourier en el contexto del análisis de señales electromagnéticas (Camarena, 1993), series de Fourier en el contexto del proceso de transferencia de masa (Muro, 2002) y cálculo vectorial en el contexto de la teoría electromagnética, la transformada de Laplace en el contexto de los circuitos eléctricos (Suárez, 2000).

Fase de formación de profesores

La fase de formación de docentes ha detectado las deficiencias de profesores que dan cursos de matemáticas y que su formación no es de matemáticos, constituyendo esto una de las grandes causas de las deficiencias de los estudiantes en matemáticas (Camarena, 2002_a). Desde 1990 a través de una investigación se diseñó una *especialidad en docencia de la ingeniería matemática en electrónica*, en donde las asignaturas de matemáticas se muestran vinculadas con otras disciplinas propias de la electrónica y sus ramas afines (Camarena, 1990). Incluye cursos sobre conocimiento científico y técnico, historia y fundamentos de la matemática, procesos de aprendizaje, la evaluación del aprendizaje, etc.

Como por ejemplo: Introducción al Análisis Matemática de una Variable Real y Electrónica Básica, Cálculo Vectorial y Electromagnetismo, Álgebra Lineal y Control Electrónico,

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Circuitos Eléctricos, Análisis de Fourier y Análisis de Señales Electromagnéticas, Probabilidad y Análisis de Señales Aleatorias, Procesos Estocásticos y Telefonía.

Fase cognitiva

El sustento fuerte de esta fase está en la teoría de aprendizajes significativos de Ausubel (1990). Respecto a la fase cognitiva se ha determinado que el estudiante debe transitar entre los registros aritmético, algebraico, analítico, visual y contextual para construir y asirse del conocimiento (Camarena, 2001_b).

Se ha verificado a través de la matemática en contexto que el estudiante logra conocimientos estructurados y no fraccionados, logrando con ello estructuras mentales articuladas (Camarena, 1999). Esta situación se ha tratado a través de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, como ejemplo véase el trabajo de Muro (2003) en donde establece el campo conceptual de la serie de Fourier con la transferencia de masa de fenómenos químicos.

La matemática en contexto ayuda a que el estudiante construya su propio conocimiento con amarres firmes y duraderos y no volátiles; refuerza el desarrollo de habilidades mentales mediante el proceso de resolver problemas vinculados con los intereses del alumno (Camarena, 1996).

Para mirar en los estudiantes el funcionamiento cognitivo de la matemática en contexto, también, se ha recurrido a analizar las funciones cognitivas, véase el trabajo de Zúñiga (2003). Asimismo, se ha determinado que el factor motivación en el estudiante se encuentra altamente estimulado a través de la *matemática en contexto* y su desempeño académico como futuro profesionalista se incrementa, es decir, la transferencia del conocimiento se puede establecer sin tantos tropiezos (Camarena, 1996).

Fase epistemológica

Con la fase epistemológica se ha verificado cómo gran parte de la matemática que se incluye en los cursos de carreras de ingeniería nace en el contexto de problemas específicos de otras áreas del conocimiento y a través del tiempo pierde su contexto para ofrecer una matemática "pura" que es llevada a las aulas de clases sin que tenga sentido para los estudiantes que no van a ser matemáticos, como lo describe Chevallard (1991).

También se ha determinado un constructo teórico denominado transposición contextualizada. En donde la matemática científica sufre transformaciones para adaptarse a la forma de trabajar de otras ciencias (Camarena, 2001_a). Como parte de esa etapa se cuenta con una serie de situaciones de matemática contextualizada para ser usadas en clase.

También hay situaciones en donde el ingeniero emplea procesos o métodos sin conocer su origen, la fase epistemológica de la matemática en el contexto de las ciencias pone a la luz estas génesis (Camarena, 1987).

Conclusiones

Como parte de las conclusiones se puede mencionar que esta es una teoría, a diferencia de la mayoría de las teorías sobre el proceso enseñanza aprendizaje, que nacen en el nivel básico, ésta se genera en el nivel superior y baja a los niveles anteriores.

Actualmente ha tomado auge la matemática en contexto, independientemente de esta línea que estamos presentando, siendo el grupo que encabeza la que suscribe este trabajo uno de

los pioneros en esta dinámica.

Es claro que es imposible ahondar en cada una de las cinco fases de la matemática en el contexto de las ciencias, por lo que se le sugiere al lector interesado que consulte la bibliografía, que aunque no es toda la existente relativa a este tema, sí es suficiente como para tener un panorama de la teoría.

Bibliografía

- Ausubel David P., Novak Joseph D. y Hanesian Helen (1990). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.
- Camarena G. Patricia, (1984). *El currículo de las matemáticas en ingeniería*. Mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN, México.
- Camarena G. Patricia, (1987). *Diseño de un curso de ecuaciones diferenciales en el contexto de los circuitos eléctricos*. Tesis de Maestría en Matemática Educativa, CINVESTAV-IPN, México.
- Camarena G. Patricia, (1990). *Especialidad en docencia de la ingeniería matemática en electrónica*. Editorial ESIME-IPN, México.
- Camarena G. Patricia, (1993). *Curso de análisis de Fourier en el contexto del análisis de señales eléctricas*. ESIME-IPN, México.
- Camarena G. Patricia, (1995). *La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería*. XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, México.
- Camarena G. Patricia (1996). *El contexto y las ecuaciones diferenciales lineales*. Memorias del 6° Coloquio Académico de la ESIME-IPN, México.
- Camarena G. Patricia, (1999). *Reporte del proyecto de investigación titulado: Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería*. ESIME-IPN, México.
- Camarena G. Patricia. (2000). Reporte de investigación titulado: *Los modelos matemáticos como etapa de la matemática en el contexto de la ingeniería*. ESIME-IPN, México.
- Camarena G. Patricia, (2001_a). *Las Funciones Generalizadas en Ingeniería, construcción de una alternativa didáctica*. Editorial ANUIES, México.
- Camarena G. Patricia. (2001_b). Reporte de investigación titulado: *Registros cognitivos de la matemática en el contexto de la ingeniería*. ESIME-IPN, México.
- Camarena G. Patricia, (2002_a). *La formación de profesores de ciencias básicas en ingeniería*. Memorias del 3° nacional y 2° internacional: Retos y expectativas de la Universidad, México.
- Camarena G. Patricia. (2002_b). *Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería*. Revista: Innovación Educativa, Vol. 2, Núm. 10, septiembre - octubre (primera parte) y Núm. 11, noviembre - diciembre (segunda parte). México.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. El saber sabio al saber enseñado*. Aique Grupo Editor.
- De Bono Edward (1997). *El pensamiento lateral, manual de creatividad*. Paidós.
- Herrera E. Javier y Camarena G. P. (2003). *Los modelos matemáticos en el contexto de los circuitos eléctricos y la metacognición*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, Volumen 16, tomo II, Cuba.
- Nickerson Raymond S., Perkins David N. y Smith Edward E. (1994). *Enseñar a pensar, aspectos de la aptitud intelectual*. Editorial Paidós M. E. C.
- Muro U. Claudia y Camarena G. P. (2002). *La serie de Fourier en el contexto del proceso de transferencia de masa*. Revista "Científica" The Mexican Journal of Electromechanical Engineering. Volumen 6, No. 4.
- Muro U. Claudia (2003). *Determinación de un campo conceptual de la serie de Fourier en un contexto*. XVII Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, Chile.
- Polya G. (1976). *Cómo plantear y resolver problemas*. Editorial Trillas.
- Santos T. Luz Manuel (1997). *Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas*. Grupo Editorial Iberoamérica S. A. de C. V.
- Suárez B. Virginia y Camarena G. P. (2000). *La transformada de Laplace en el contexto de la ingeniería*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, Volumen 13.
- Zúñiga S. Leopoldo (2003). *Sobre las funciones cognitivas en el aprendizaje del cálculo diferencial de dos variables en el contexto de la ingeniería*. XVII Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa, Chile.