

La matemática en el contexto de las ciencias: Fase didáctica

Patricia Camarena Gallardo

Instituto Politécnico Nacional, México

patypoli@prodigy.net.mx

Resumen

La matemática en el contexto de las ciencias es una línea de investigación que reflexiona acerca de la vinculación que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren, está constituida por cuatro fases: la curricular, la didáctica, la epistemológica y la cognitiva. En este artículo se presenta la fase didáctica. Esta fase incluye una estrategia didáctica (denominada matemática en contexto) que presenta conocimientos integrados a los alumnos a partir de una situación problémica de otras disciplinas, que al tratar de resolverla el estudiante se encuentra con la necesidad de tener nuevos conocimientos, lo cual da apertura a que el estudiante esté interesado en otros tópicos matemáticos.

Para lograr la vinculación de la matemática con otras ciencias se describe un proceso metodológico a través de seis de las etapas de la matemática en contexto. Con esta estrategia el modelar matemáticamente está presente todo el tiempo, por lo que se presentan los resultados de una investigación que caracteriza y clasifica a los modelos matemáticos. Asimismo, los modelos son un elemento común a la matemática en contexto y a la resolución de problemas, por lo que se muestran las diferencias sustanciales entre ambas estrategias.

Introducción

La matemática en el contexto de las ciencias es una propuesta que reflexiona acerca de la vinculación que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren, aborda cuatro fases: la curricular, la didáctica, la epistemológica y cognitiva. En este documento se presenta la fase didáctica, que incluye a la matemática en contexto, una estrategia didáctica que presenta conocimientos integrados a los alumnos a partir de una situación problémica de otras disciplinas, que al tratar de resolverla el estudiante se encuentra con la necesidad de tener nuevos conocimientos, lo cual da apertura a que el estudiante esté interesado en otros tópicos matemáticos; como por ejemplo cuando resuelve un circuito eléctrico y se encuentra con una ecuación que le es desconocida, para la cual requiere de conocimientos nuevos de ecuaciones diferenciales (Camarena, 1987). En otras publicaciones se ha descrito en qué consiste esta estrategia didáctica de forma tal que el lector puede recurrir a tales artículos, como por ejemplo Camarena (1995, 1999, 2001).

También se ha demostrado a través de investigaciones experimentales que esta estrategia didáctica facilita la transferencia del conocimiento y favorece la construcción del conocimiento en el alumno a través de aprendizajes significativos, en la terminología de Ausubel, lo que permite que los conocimientos sean duraderos y no volátiles, al mismo tiempo que el muchacho se encuentra motivado hacia las asignaturas de matemáticas que poseen sentido para él.

Por otro lado, con la matemática en contexto, de manera simultánea, al tiempo que la matemática cobra significado a través de la vinculación con otras disciplinas, la misma matemática dota de significados a las demás ciencias que modela y representa (Camarena 1987). En esta ocasión el trabajo se enfoca a presentar un proceso metodológico de vinculación de la matemática con otras disciplinas; este proceso se generó a lo largo de casi 20 años de desarrollar la línea de investigación denominada *la matemática en el contexto de las ciencias*.

Fundamento

La matemática es una materia con un alto índice de reprobación, elemento que es un síntoma de la problemática que la matemática representa para los discípulos. Es un hecho el poco interés que tienen los estudiantes por esta rama de la ciencia, ya que no ven de manera inmediata su aplicación, ni el objeto de tener que cursarla; en buena medida, un elemento que afecta, es la desvinculación que existe entre los cursos de matemáticas y las demás asignaturas de la carrera en donde se imparten estos cursos (Camarena 1984, 1987).

La matemática en el contexto de las ciencias se fundamenta en los siguientes paradigmas educativos (Camarena 1984):

Con los cursos de matemáticas el estudiante poseerá los elementos y herramientas que utilizará en las materias específicas de su carrera, es decir, las asignaturas del área de matemáticas no son una meta por sí mismas sino una herramienta de apoyo a la carrera en estudio, sin dejar a un lado el hecho de que la matemática debe ser *formativa* para el alumno.

La manera natural como se observan los fenómenos de la naturaleza y se despierta el interés en las ciencias es a través de la integración de los conocimientos.

Metodología de vinculación de la matemática con otras ciencias

La matemática en contexto como estrategia didáctica posee varias modalidades de llevarse a cabo y dentro de estos modos hay diversas variantes. Una primera modalidad es presentar, dentro de los cursos de matemáticas, contenidos matemáticos vinculados con otras ciencias y, otra es la de la enseñanza de las ciencias; esta última corresponde a la etapa denominada fase didáctica (Camarena, 1987, 1993, 2000) (o matemática en contexto) de *la matemática en el contexto de las ciencias*.

La primera modalidad es una buena aproximación a la matemática en contexto. Cabe mencionar que una aproximación a la primera modalidad (o una burda aproximación a la matemática en contexto) es dar aplicaciones de la matemática que se imparte en clase.

Las dos modalidades incluyen etapas metodológicas por las se deberá pasar, las cuales se describen en breve. La primera modalidad puede ser implementada por un solo profesor. Mientras que la segunda requiere de un equipo de personas para su logro.

Cabe mencionar que esta última modalidad de estrategia se ha experimentado con asignaturas aisladas de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional, obteniéndose resultados prometedores.

A continuación se presentan las etapas metodológicas por las se deberá pasar en la estrategia didáctica de la matemática en contexto. Es decir, el proceso metodológico que es requerido para establecer la vinculación de la matemática con las demás ciencias (Camarena, 1987, 1995, 1999, 2000).

La matemática en contexto como estrategia didáctica posee varias etapas (Camarena, 1999):

- 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.

Si se elimina la tercera etapa, lo que queda es un proceso semejante al que describe Polya a través de sus cuatro etapas para la resolución de problemas. Polya le denomina "comprender el problema" a la primera etapa, mientras que en la matemática en contexto esto se refleja en la primera y segundas etapas. La segunda etapa de Polya se refiere a "idear un plan", elemento que se correlaciona con la cuarta etapa de la matemática en contexto, la referente a elaborar el modelo matemático. Le llama "llevar a cabo el plan" a su tercera etapa, Polya, y se relaciona con la quinta etapa de la matemática en contexto. La sexta y séptima etapas de la matemática en contexto son equivalentes a la cuarta etapa de Polya, la que corresponde a "examinar la solución".

Así, las seis etapas (1, 2, 4, 5, 6 y 7) de la matemática en contexto son las que establecen la vinculación de la matemática con las demás ciencias. Según las etapas mencionadas, el modelaje o modelo matemático, es una de las etapas de la matemática en contexto. Mas no es cualquiera de las etapas, se puede decir que es una etapa central, en el sentido de que sin ésta, no se logra la matemática en contexto.

Las diferencias entre el modelaje o modelos matemáticos y la matemática en contexto estriba en el hecho de que los modelos matemáticos se desarrollan de cualquier problema, atañe o no a la realidad, mas la matemática en contexto se refiere a problemas reales del área de estudio del alumno. La matemática en contexto toma el problema lo resuelve e interpreta la solución en el mundo de la disciplina del contexto, el modelaje se refiere a encontrar la representación matemática del problema, es decir, solamente a modelar el problema.

Los modelos matemáticos en la ingeniería

Por la relevancia de los modelos matemáticos en la fase didáctica de *la matemática en el contexto de las ciencias* a continuación se muestran los resultados de una investigación en donde se caracteriza y clasifica a los modelos matemáticos en el área de la ingeniería, véase el cuadro de este documento.

Para iniciar, se tiene que la matemática en ingeniería es un lenguaje, ya que casi todo lo que se dice en la ingeniería se puede representar a través de simbología matemática (Camarena, 1990).

Es más, el que se represente a través de la terminología matemática y se haga uso de la matemática en la ingeniería, le ayuda a la ingeniería a tener carácter de ciencia por un lado y por el otro, le facilita su comunicación con la comunidad científica de ingenieros (Camarena, 1993).

Dentro del conocimiento de la ingeniería, se tienen problemas de la ingeniería, asimismo, se tienen objetos de la ingeniería que para su mejor manejo o referencia se les representa matemáticamente (por ejemplo: una señal eléctrica del tipo alterno sinusoidal, la señal es el objeto de la ingeniería el cual se representa a través de la función (Camarena, 1993): $f(t) = A \sin(t)$), y también se tienen situaciones que se pueden describir a través de la simbología matemática (por ejemplo: el condensador de carga $q=q(t)$ estaba totalmente descargado al inicio del problema, esta situación se puede representar matemáticamente, tomando en cuenta que al inicio del problema $t=0$ y que la carga es una función del tiempo, como (Camarena, 1987): $q(0)=0$).

CARACTERIZACIÓN DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS					
Modelaje de objetos de la ingeniería		Modelaje de problemas de la ingeniería			
La clasificación está en función del uso que le da la ingeniería		La clasificación está en función de las áreas cognitivas de la ingeniería			
Modelos estáticos	Modelos dinámicos	Modelos de primera generación	Modelos de segunda generación	Modelos de tercera generación	Modelos de cuarta generación

CUADRO. Clasificación de los modelos matemáticos en ingeniería

De los tres casos mencionados los que caracterizan a los modelos matemáticos, como los concibió la investigación, son los objetos y los problemas, así la definición es: *Un modelo matemático es aquella relación matemática que describe objetos o problemas de la ingeniería.*

Cuando los modelos matemáticos describen objetos de la ingeniería, éstos dan origen a modelos de tipo dinámico o estático. Los modelos dinámicos son relaciones matemáticas que constantemente, por las necesidades de la ingeniería, requieren de modificaciones matemáticas. Los modelos estáticos son relaciones matemáticas que describen a un objeto de la ingeniería como si fuera un "apodo", es decir, matemáticamente no se hace nada más. Como se puede observar de esta clasificación, en modelos estáticos y dinámicos, ésta está en función del uso que se le da en la ingeniería, por lo que es obvio que un modelo dado podrá ser dinámico en alguna especialidad de la ingeniería, mientras que en otra podrá ser estático. Como se puede ver de este punto, es importante conocer la ingeniería en donde el docente labora para determinar los elementos de la clasificación, al igual que se menciona en la enseñanza de la matemática en carreras de ingeniería a través de la matemática en contexto.

Cuando los modelos matemáticos describen problemas de la ingeniería, éstos se pueden clasificar en modelos de primera generación (Camarena 2001), los cuales se obtienen de datos experimentales de la ingeniería, como por ejemplo determinar la ley de Ohm (Camarena, 1987); también se incluyen en este tipo de modelos los *fenómenos de la ingeniería* como la carga de un condensador, la caída libre de un cuerpo, el movimiento de un péndulo, etc. Si se hace uso de estos modelos de primera generación para construir nuevas relaciones, a éstas se les denomina modelos de segunda generación, a su vez, éstos generan a los de

tercera generación y éstos últimos a los de cuarta generación.

Los modelos y la estrategia didáctica

Como es sabido, la estrategia didáctica de la matemática en contexto, también llamada la enseñanza de las ciencias (como un todo), entre los paradigmas educativos que la sustentan está el de los conocimientos integrados. Esto significa que como estrategia didáctica conlleva de manera implícita el presentar a los alumnos los conocimientos de la carrera de estudio de forma integrada, es decir, los cursos se imparten de forma interdisciplinaria, sin distinguir cursos específicos de las ciencias básicas, sin que esto implique que no haya espacios dedicados específicamente al estudio de cada una de las ciencias básicas. En el momento de modelar, como se describió en el apartado anterior, se modelan o matematizan problemas, situaciones y objetos. Esto marca una diferencia sustancial con la estrategia didáctica de la resolución de problemas (Santos, 2000), ya que, por un lado, ahí solamente hay problemas y, por el otro lado, el carácter interdisciplinario que posee la matemática en contexto no siempre está presente en la resolución de problemas.

Experiencias en el aula con la matemática en contexto

Se comentarán dos experiencias que muestran las ventajas de la estrategia didáctica de la matemática en contexto.

En la primera experiencia se montó un experimento en donde fue impartido un curso sobre el análisis de Fourier en el contexto del análisis de señales eléctricas y electromagnéticas al grupo A, mientras que de forma simultánea el mismo tema se impartió en el grupo B de forma tradicional.

Las evaluaciones, bajo un mismo instrumento de evaluación, de ambos grupos al finalizar los cursos no fueron tan diferentes, se consideró que la diferencia no era significativa, aunque cabe mencionar que el grupo A (el que recibió la matemática en contexto) obtuvo mejores calificaciones que el grupo B, quien recibió un curso tradicional.

Se les hizo un seguimiento a ambos grupos y después de dos semestres, cuando cursaban la asignatura de Comunicaciones I: análisis de señales (la materia del contexto), los resultados fueron asombrosos, los alumnos del grupo A manejaban con destreza la representación de las señales en términos de la serie de Fourier, tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia, e interpretaban las características de las señales a partir de las expresiones matemáticas sin dificultad (se podría decir que con familiaridad).

Por su parte, el grupo B tuvo un comportamiento igual que todos los demás estudiantes que están en el mismo semestre de la carrera y dos semestres atrás cursaron el tema de análisis de Fourier, es decir, para ellos la herramienta matemática parece que nunca la han recibido, las características de las señales no podían predecirlas, es decir, tal parecía que no tenían las bases que se suponía les debería brindar su curso de matemáticas sobre el análisis de Fourier y los conocimientos sobre señales que proporcionaban sus cursos básicos de la ingeniería.

La segunda experiencia relata un suceso muy particular que se presentó en la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Campus Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional, resulta que a los profesores

de la academia de matemáticas que atienden a los estudiantes de la carrera aludida se les invitó a participar en una investigación que buscaba aplicar la metodología Dipcing (Camarena, 1984, 2002) para elaborar programas integrales de estudio de las ciencias básicas para carreras de ingeniería, a través de la cual en una de las etapas se analizan los libros de texto que llevan los estudiantes en los cursos propios de la ingeniería.

El propósito de analizar los textos de la ingeniería es el de detectar qué herramienta matemática es la que se necesita y cuáles son las aplicaciones que requiere la ingeniería acerca de la matemática.

A través de este análisis los docentes determinaron las aplicaciones de la matemática a la ingeniería, de forma tal que los participantes en la investigación, el 97 % del total de profesores de matemáticas (casi 70 profesores), quedaron sensibilizados acerca de la necesidad de dar aplicaciones de matemáticas en la ingeniería cuando impartían sus clases.

Esta situación se mantuvo durante seis años de forma tal que los alumnos de estas generaciones sabían que los temas que estudiaban en matemáticas tenían aplicaciones en sus materias de la ingeniería, si no conocían con precisión la aplicación por lo menos sí sabían en qué asignatura debería de ser aplicada. Dicho de otra forma, se inició con la matemática en contexto en una de sus formas más primitivas.

Así, cuando un profesor de ingeniería no aplicaba la matemática los estudiantes les reclamaban. Cabe mencionar que una buena parte de los docentes de ingeniería, en particular de las especialidades de la ingeniería, no acostumbraban emplear la matemática, esta situación que vivieron los docentes de ingeniería durante casi seis años, los llevó a solicitar a los profesores de la academia de matemáticas que les dieran cursos de matemáticas, es decir, que los actualizaran, para no tener problemas con sus alumno. Como es evidente esta acción conduce a elevar la calidad de la educación en esta carrera en particular.

Conclusiones

Como se puede mirar de las experiencias descritas, el presentar, por lo menos, ejemplos de aplicación de la matemática en los cursos que uno imparte conduce a la motivación de los estudiantes ante esta materia y mejorar en su aprovechamiento escolar.

Es un gran adelanto en vías de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje el que se tome en cuenta la matemática en contexto. Si se observan las memorias de eventos que abordan la educación matemática o la matemática educativa, conforme avanzan los años se incorporan más estudios que abordan la matemática en contexto.

Referencias bibliográficas

- 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 Ciencias con especialidad en Matemática Educativa, CINVESTAV-IPN, México.
- Camarena G. P. (1990). *Especialidad en docencia de la ingeniería matemática en electrónica*. Edit. ESIME-IPN.

- 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, (1999). *Hacia la integración del conocimiento: Matemáticas e ingeniería*. Memorias del 2º Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas, México.
- Camarena G. Patricia, (2000). *Reporte del proyecto de investigación titulado: Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería*. ESIME-IPN, México.
- Camarena G. P. (2001). *Reporte del proyecto de investigación titulado: Los modelos matemáticos como etapa de la matemática en el contexto de la ingeniería*. ESIME-IPN, México.
- Camarena G. P. (2002). *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.
- Polya G. (1976). *Cómo plantear y resolver problemas*. Editorial Trillas.
- Santos, T. Manuel, (2000). *Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas*. Serie Didáctica, lecturas, 2ª edición, Grupo Editorial Iberoamérica, México. p. 31-46.