

PRÁCTICAS DE LOS DOCENTES DE INGENIERÍA

Yolanda Serres Voisin

Universidad Central de Venezuela

Universidad Rafael Landívar

yolanda.serres@ucv.ve

Campo de investigación: Formación de profesores

Venezuela, Guatemala

Nivel: Superior

Resumen. *El objetivo de esta investigación es explorar las prácticas de los docentes de ingeniería de la Universidad Rafael Landívar (URL). Para ello se estudió el componente matemático del plan de estudio de la carrera y se dictó un taller para analizar las prácticas de los docentes. Los docentes tienen la percepción de que no hay claridad sobre el objetivo del estudio de la matemática en ingeniería ni sobre la relación de los estudios de matemática en ingeniería, con las prácticas propias de la profesión. La discusión acerca de los conceptos y procesos claves de la matemática en ingeniería genera reflexión de los aspectos didácticos, de cómo utilizar distintas actividades de aprendizaje (como los proyectos) y la tecnología para lograr los objetivos de la matemática planteada en los planes de estudio de la institución. Existe mucha dificultad para reportar las prácticas docentes, por la poca participación de estos en el taller.*

Palabras clave: prácticas docentes, plan de estudio de ingeniería, componente matemático

Para lograr el objetivo de esta investigación se trabajó con una **metodología** de investigación-acción en el marco de un taller que permitió explorar las prácticas de los docentes de ingeniería, y siguiendo el principio de la investigación-acción donde se investiga con los docentes y su participación. Este taller, como toda actividad de formación docente, tuvo por objetivo el análisis, discusión y sistematización de las prácticas docentes (Serres, 2007); para lograr esto específicamente se planteó:

1. Conceptualizar la educación matemática para ingeniería.
2. Revisar los aportes de cada curso a la formación de profesionales de la ingeniería.
3. Revisar herramientas para diseñar estrategias y actividades de aprendizaje.

La primera estrategia fue la discusión de lecturas que llevo a la *reflexión sobre las acciones* y que permitió plantear interrogantes y necesidades acerca de la educación matemática impartida en la carrera. El acto de reflexionar ha sido considerado un elemento clave en programas de formación docente, dejando claro que hay distintos momentos en referencia a la acción para reflexionar (antes, durante y después de la clase) y distintos tipos de reflexión (narrativa, cognitiva, crítica) para promover cambios en las prácticas (Serres, 2007).

Los elementos teóricos necesarios para abordar el objetivo de la investigación fueron en primer lugar los referentes a las prácticas docentes; luego al rol de la reflexión en una actividad de formación docente; a la educación matemática, específicamente al significado de aprender matemáticas y a los elementos que forman parte de la matemática; y por último se abordó una concepción de competencias en carreras de ingeniería.

Las prácticas docentes son consideradas como las acciones intencionadas y contextualizadas que lleva a cabo el docente producto de la reflexión, la explicación y la discusión sobre su quehacer (Serres, 2007). Las prácticas docentes comprenden:

- la contextualización con un currículo específico y con las características de una institución educativa particular;
- la planificación de actividades antes de la clase;
- la ejecución del plan en el aula, durante la clase, y
- la evaluación de las acciones educativas después del trabajo en aula.

Para explorar las prácticas de los docentes de ingeniería de la URL en Quetzaltenango, Guatemala, el contexto que se tiene es una institución que imparte carreras de ingeniería civil, industrial y de sistemas, y el componente matemático de su plan de estudio comprende los siguientes cursos:

AÑO	CIVIL	INDUSTRIAL	INFORMÁTICA Y SISTEMAS
1ro	Matemática I. Matemática II. Cálculo I		
			Matemática Discreta I y II
2do	Cálculo II. Probabilidades y Estadísticas		
	Cálculo III		
		Métodos Numéricos	Estadística inferencial Álgebra Lineal (electivo)
3ro	Ecuaciones diferenciales		
	Programación lineal y Matemática	Estadística inferencial	

El objetivo general de los cursos es desarrollar la capacidad para trabajar con modelos matemáticos, partiendo del desarrollo de la capacidad de análisis, razonamiento y pensamiento lógico en los dos primeros cursos hasta la construcción y uso de modelos en ecuaciones diferenciales.

Los docentes de matemática de esta institución son ingenieras e ingenieros dedicados a la docencia, trabajan por horas en esta institución y la mayoría también trabaja en otras universidades como docentes o administrativos. Esta situación hace difícil que los docentes coincidan en la institución y en consecuencia que puedan participar en reuniones y capacitaciones. Si embargo, durante el primer ciclo del 2008 se logró dictar un taller de Educación Matemática.

Las reflexiones de los docentes en este taller fueron de tipo narrativas, pues consistieron en explicitar sus prácticas e interpretarlas en el contexto de la institución donde se desempeñan (De Vicente, 2000); las primeras reflexiones fueron:

1. Hay que buscarle una dirección a la enseñanza de la matemática que se imparte en la institución, y cooperar entre los docentes para seguir esa dirección.
2. Hacer una puesta en común de las competencias y habilidades necesarias para el estudio de la matemática en ingeniería.
3. Buscar caracterizar los grupos de clases para determinar cuál es el mejor tipo de clase: demostrativa, trabajo grupal, magistral.
4. Canalizar las ideas que tienen algunos catedráticos acerca de actividades específicas como por ejemplo el trabajo con proyectos matemáticos y con tecnologías.
5. Aprender a manejar situaciones para lograr aprendizajes.
6. Trabajar en sintonía, que haya unos contenidos mínimos a alcanzar en cada cátedra.
7. Trabajar los niveles de dificultad de los problemas de manera de escogerlos de la forma más adecuada para que los estudiantes sientan que sí pueden resolverlos.

Estas reflexiones se pueden agrupar en dos categorías:

- las referentes a los contenidos, competencias y habilidades necesarias para el estudio de las matemáticas en ingeniería, lo cual está relacionado con el **qué y para qué** enseñar matemática en ingeniería;
- las referentes a **cómo** enseñar matemática en ingeniería, a través de qué estrategias de enseñanza (clase magistral, el trabajo grupal y el papel de las demostraciones) y con qué actividades de aprendizaje (problemas de distinta dificultad, proyectos matemáticos, uso de tecnologías). Para comenzar a trabajar el qué se comenzó con un análisis del componente matemático del plan de estudio de ingeniería de la URL.

Para analizar el componente matemático del plan de estudio de ingeniería se utiliza un organizador avanzado denominado la trilogía CRP -conceptos, relaciones y procesos- (Cruz, 2006) pues se considera que para aprender matemática, más allá de aprender conceptos y procedimientos de forma aislada (concepto de función, de límite, procedimientos para graficar, para hallar un límite) hay que aprender las relaciones entre los conceptos, y entre los conceptos y los procesos. Al principio los docentes tuvieron dificultad para identificar y diferenciar entre los conceptos, las relaciones y los procesos; la tendencia era tomar como conceptos los temas del programa y como relaciones y procesos los puntos de cada tema. Sin embargo, a medida que se fue discutiendo la complejidad de cada caso se fue aclarando cuáles eran los conceptos y los procesos claves de la matemática de ingeniería.

En las expectativas de los docentes de matemática de ingeniería está que sus estudiantes tengan un buen manejo de las operaciones numéricas y algebraicas, con los números reales, con el despeje de ecuaciones, factorizaciones, simplificaciones y con el desarrollo de expresiones algebraicas. Sin embargo, docentes de tercer año, en el curso de ecuaciones diferenciales, todavía encuentran que sus estudiantes tienen dificultades con estas operaciones básicas. Por esta razón los docentes opinan que las pruebas de admisión a la carrera de ingeniería de la URL deben tener un nivel de exigencia más elevado.

En cuanto a los cursos de Matemática I y II su principal objetivo es el estudio del concepto de función, el proceso de graficación de las funciones, y la utilización de estas para modelar. Otro proceso intrínseco al estudio de las funciones es el paso de una representación a otra (verbal,

algebraica, visual y numérica), en el cual los estudiantes presentan dificultades al hacer un estudio a partir de una de las expresiones de las funciones, generalmente la algebraica, y pasar a su gráfica o hallar algunos valores numéricos claves de la función como son los cortes con los ejes. Una de las reflexiones hechas en el taller es la crítica al trabajo apegado al libro de texto, el cual no presenta el estudio de funciones de manera integral y además le falta aplicaciones a la ingeniería (el libro a que se hace referencia es el de Precálculo de Stewart, Redlin y Watson, quinta edición, de editorial Thomson).

En los cursos de Cálculo I y II se estudia los conceptos de límite, derivada e integral; los procesos que se espera desarrollar son el cálculo de límites, derivadas e integrales, su interpretación gráfica, y las aplicaciones de estos conceptos a la economía y a la biología, surgiendo nuevamente la reflexión de dónde quedan las aplicaciones a la ingeniería.

En ecuaciones diferenciales los principales conceptos estudiados son las ecuaciones diferenciales de primer orden, las ecuaciones lineales de orden superior; los procesos son la modelación matemática y los métodos numéricos. Una de las principales dificultades de este curso es que requiere de muchos conocimientos previos tanto de cálculo como de física.

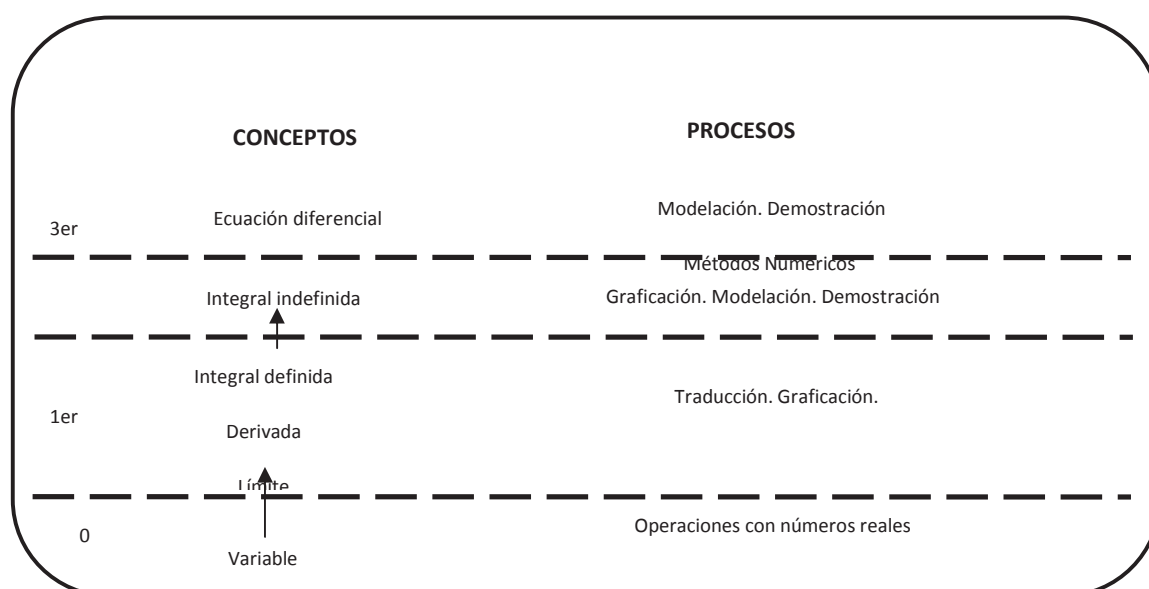
Acerca de las competencias necesarias en la carrera de ingeniería, se discutió el informe final del proyecto Tuning América Latina, la parte correspondiente a ingeniería civil y de las competencias profesionales genéricas de ingeniería más relevantes para ingeniería civil (Proyecto Tuning-América Latina, 2007) los docentes consideraron que las más relacionadas con el componente matemático son:

1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
2. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
3. Capacidad para tomar decisiones.
4. Compromiso con la calidad. Se discutió que cada una de estas competencias está relacionada con el desarrollo del pensamiento estratégico y matemático; por ejemplo, en matemática I, para desarrollar el concepto de función y su proceso asociado de graficación hay que *analizar* el tipo de función, cuáles son los elementos claves que permiten *tomar decisiones* acerca de la forma de la gráfica (pendiente de la función lineal, grado y coeficiente principal de una función polinómica, asíntotas de una función racional).

Y la competencia dos está directamente relacionada con el objetivo general de la matemática en la URL: *desarrollar la capacidad para trabajar con modelos matemáticos.*

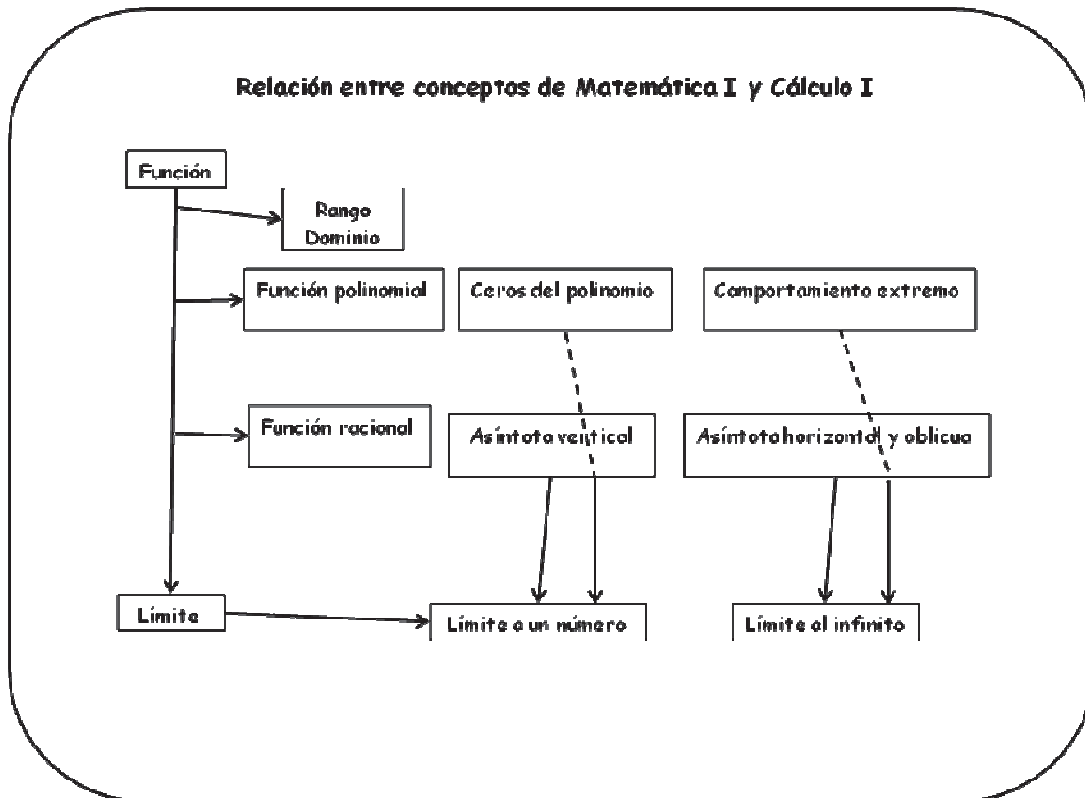
Otra reflexión fue que el proyecto Tuning identifica las competencias de las carreras de ingeniería actuales pero no hace una crítica acerca de si esas deben ser las competencias de los profesionales de ingeniería que se quiere, por ejemplo no se menciona el aspecto de la creatividad y del diseño como parte de las competencias, ni se discutió en el taller cómo la matemática en ingeniería promueve el desarrollo de la creatividad y el ingenio. Falta mucha reflexión acerca de para qué se estudia matemática en ingeniería y cómo el desarrollo del pensamiento matemático se vincula con las prácticas de ingeniería.

En las discusiones del Taller se concluyó que el componente matemático del plan de estudio de Ingeniería de la URL, está organizado de la siguiente forma:



Es importante que el docente tenga claras también las distintas relaciones entre los conceptos y los procesos para que pueda integrarlas en su propuesta didáctica. De esa forma puede tener un mapa más amplio de la matemática que se estudia en ingeniería y tener mayor claridad acerca de qué conocimientos previos necesita el estudiante para adquirir uno nuevo y este nuevo a qué conocimiento sirve de base. Esto también ayuda para diseñar actividades de recuperación y de motivación para los estudiantes desventajados y aventajados respectivamente.

Un ejemplo de algunas relaciones más específicas entre los cursos de Matemática I y Cálculo I, claves para la consolidación didáctica son:



Desde el punto de vista didáctico, o del cómo enseñar matemáticas en ingeniería, en el taller se discutieron dos aspectos:

1. el rol de la tecnología en el estudio de la matemática, específicamente el uso de graficadores de funciones bien sea a través de la computadora o de las calculadoras;
2. el trabajo por proyectos y la necesidad de documentar el proceso de manera de que esta estrategia pueda ser utilizada por todos los docentes de la carrera.

La URL, cuenta con un laboratorio de computación donde pueden trabajarse algunas clases para aprovechar la ventajas que ofrecen algunas paquetes computacionales para trabajar las funciones y sus distintas representaciones. La única experiencia comentada por un docente acerca del uso de la tecnología fue el uso de una página web personal donde tiene un enlace a un graficador y le asigna tareas a sus estudiantes usando ese graficador. Este año la Universidad implementó el uso de un portal donde se puede colocar materiales de apoyo los estudiantes, pero el uso es todavía

muy limitado. Acerca de los proyectos, algunos docentes los trabajan como una actividad más de evaluación, pero no existe una sistematización de la experiencia que permita implementarla en todos los cursos y que conlleve a una relación más directa del componente matemático con un que hacer de la profesión de ingeniería como es plantear y ejecutar proyectos. Algunos de los proyectos trabajados en Matemática I fueron: modelación de la función que calcula la tarifa eléctrica de una vivienda, cálculo de la pendiente de una calle, cálculo de la capacidad de un parqueo; estimación del crecimiento poblacional de Quetzaltenango en los próximos 5 años, de la población mundial y de la diferencia de intensidad de los terremotos ocurridos en la zona en los últimos meses.

Conclusiones

Los docentes tienen la percepción de que no hay un objetivo claro del estudio de la matemática en ingeniería, y de que esto causa que no se alcancen unos contenidos mínimos en cada curso. También se percibió en el taller que no es clara la relación de los estudios de matemática en ingeniería con las prácticas propias de la profesión. La discusión acerca de los conceptos y procesos claves de la matemática en ingeniería genera reflexión de los aspectos didácticos, de cómo utilizar distintas actividades de aprendizaje (como los proyectos) y la tecnología para lograr los objetivos de la matemática planteada en los planes de estudio de la institución.

Existe mucha dificultad para reportar las prácticas docentes. Una dificultad de forma es la poca participación de los docentes en las capacitaciones. Esta dificultad de forma crea una dificultad de fondo pues los docentes reflexionan y discuten durante el taller pero es poco lo que reportan acerca de cómo planifican una clase, de cómo desarrollan una clase o cómo evalúan su trabajo. Sin embargo, en las evaluaciones hechas al Taller los participantes opinaron que sí se cumplieron los objetivos y proponen mantener reuniones periódicas y comunicación entre los docentes, de manera de compartir las didácticas utilizadas y exitosas, y documentarlas.

Referencias bibliográficas

Cruz, C. (2006). Desarrollo del pensamiento matemático y del pensamiento estratégico. En R. Cantoral, O. Covián, R. Farfán, J. Lezama, A. Romo (Eds.), *Investigaciones sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas: Un reporte Iberoamericano*. México: CLAME AC -Díaz de Santos.

De Vicente, P. (2000). La formación del profesorado como práctica reflexiva. En L. Villar (Coord.), *Un ciclo de enseñanza reflexiva. Estrategia para el diseño curricular*. Bilbao: Mensajero.

Proyecto Tuning-América Latina. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Informe final-Proyecto Tuning-América Latina, 2004-2007.

Serres, Y. (2007). *El rol de las prácticas en la formación de docentes de matemática*. Tesis doctoral no publicada. CICATA-IPN, México.