

Enseñar Matemática en Carreras de Ingeniería: reflexiones sobre la práctica

Magalí Judit Soldini
María Mercedes Gaitán
Ernesto Klimovsky
Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná. Argentina
magali.soldini@gmail.com

Enseñar y aprender en la Educación Superior
Comunicación de conocimiento en el nivel superior
Enseñanza, matemática, ingeniería

Resumen

Se presenta una perspectiva en la que se reflexiona sobre la enseñanza universitaria de la Matemática en carreras de Ingeniería, desde el punto de vista del sujeto activo en el ejercicio de la práctica docente. Éste es uno de los debates promovidos en el marco del Grupo de Investigación de la Enseñanza de la Matemática en Carreras de Ingeniería (GIEMCI) de la Universidad Tecnológica Nacional.

Surgen numerosos interrogantes tales como: ¿Qué enseñar? ¿Para qué, cómo y con quiénes? ¿Cómo hacer para impartir clases de Matemática en Ingeniería sentando bases conceptuales firmes, transmitiendo el conocimiento de forma asequible para el estudiante, al tiempo que sea atractivo y sin alejarla del perfil de profesional que se pretende formar?

¿Cómo mejorar en ese contexto los procesos de enseñanza y de aprendizaje?

Partiendo de la exigencia que supone ubicarse en el currículum de las carreras de Ingeniería pero sin perder de vista que la Matemática es un producto cultural y social, el objetivo apunta a que el alumno logre autonomía en el conocimiento, es decir, a través de la enseñanza se adquiera una relación creativa con el saber, que le permita pensar y actuar adecuadamente.

Para hacer frente a los desafíos que impone la profesión, el estudiante debe prepararse para adquirir la capacidad de adaptarse a la sociedad en la cual va a trabajar, siendo al mismo tiempo un usuario criterioso de las nuevas herramientas tecnológicas.

Por lo tanto, se intenta conducir el aprendizaje no para mostrar que la Matemática está en todos lados, sino para hallarla y recurrir a ella en cada situación que sea necesaria.

Abstract

It's shown a perspective in which we talk about Maths's university teaching on engineering

careers, based on an active subject in the practice of teaching. This is one of the debates promoted for the Research Group of teaching of Maths on Engineering Career (GIEMCI), from National Technological University.

There, arise a lot of questions like: What to teach? Why for, how and with who? How to teach Maths in Engineering Careers, raising strong conceptual bases, transmitting affordably knowledge for the student, while it's attractive without taking apart from the professional profile that's intended to form? And how to improve, in that context, the teaching and learning processes?

Based on the demands that suppose to take place on the Engineering careers's curriculum, but without forgetting that Mathematics are a cultural and social product, the objective focuses in the student in order to achieve an autonomous knowledge, which means that through the teaching, he acquires a creative relationship with the knowledge, that enables him to think and act appropriately.

To face the challenges imposed by the profession, the student must prepare himself to acquire the capacity of adapt to society in which is going to work, while being a criterious user of the new technological tools.

Therefore, is attempted to lead the learning, not to show that Mathematic is everywhere, but to find it and appeal to it everytime that's needed.

Introducción

La enseñanza de la Matemática no debe suponer una mera transmisión de conocimientos con énfasis en el desarrollo de habilidades operacionales, sino el desarrollo en el educando de habilidades templadas en una rigurosa comprensión de nociones y conceptos.

Las necesidades sociales exigen a la Universidad la formación de un profesional competente y versátil. Asimismo, a la propia institución se la incita a generar cambios curriculares que apunten a un dictado de asignaturas en tiempos insuficientes, reducción de contenidos, algunos llevados con cierta intencionalidad al posgrado, escaso tiempo de asimilación y comprensión y hasta casos extremos de precarización en los niveles de exigencia.

El docente necesita reflexionar sobre sus prácticas con el fin de enseñar criteriosamente a una población estudiantil que en su mayoría no serán matemáticos, pero que usarán la Matemática como herramienta de peso en su actividad profesional.

Hipótesis de trabajo

Al planificar la práctica docente surgen una serie de preguntas disparadoras, tales como:

¿Qué enseñar? ¿Para qué, cómo y con quiénes? ¿Qué y cómo evaluar?

Circunscribiéndose a la Matemática, en particular aplicada, es habitual este planteo:

¿Cómo hacer para lograr clases de Matemática en carreras de Ingeniería con bases conceptuales firmes, impartiendo el conocimiento de forma asequible para el estudiante, siendo atractivo y sin apartarlo del perfil de profesional pretendido? ¿Cómo mejorar en ese contexto los procesos de enseñanza y de aprendizaje?

Es necesario crear condiciones que produzcan una apropiación de los contenidos por parte de los estudiantes, para quienes aprender significa involucrarse en una actividad intelectual. La relación así planteada, busca disponer de un conocimiento con su doble status de herramienta y de objeto. Pero no se puede considerar la enseñanza de la Matemática como dependiente de la habilidad del profesor, ni tampoco valorar el aprendizaje a través de la aprobación o reprobación del curso. La Didáctica proporciona el marco teórico imprescindible para abordar los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que está directamente relacionada con el *cómo enseñar*. Por ello, cuando se aplica a la Matemática en Ingeniería, esta relación de uso genera una problemática de enseñanza, es decir, qué, cómo y de qué manera los integrantes del cuerpo docente de una institución formadora de ingenieros transmiten el saber matemático.

La Didáctica no es un adjetivo, se trata de un campo disciplinario que no se ha aislado del movimiento general de las ciencias, ya que su discurso tiene relevancia teórica. El docente debe intervenir sobre el aprendizaje de los alumnos en un marco que abarque la sociedad en su conjunto. Es global, no puede ignorar ningún aporte teórico, lo que la lleva a recibir críticas y reflejar crisis, ya que se caracteriza por ser un dominio nutrido por contribuciones de otras ramas debido a la circulación de teorías y conceptos interdisciplinarios.

Constituidos como sujetos de la práctica docente de Matemática en Ingeniería, más que acumular saber es necesaria la aptitud para plantear y analizar problemas, contextualizándolos para darles sentido. Esos desafíos son culturales, sociológicos, cívicos y hasta “metadesafíos” (Morin, 1999). Es esencial determinar qué sujeto se pretende formar, en qué situación socio-política y vislumbrando en qué realidad estará inmerso. El conocimiento se construye y se transforma al ser usado, y su adquisición no es una simple cuestión de absorberlo (Chaiklin, Lave 2001).

El recorrido: enseñar con pasión para aprender con entusiasmo

Enseñar Matemática en Ingeniería es transmitir al estudiante las herramientas lógico-formales que la disciplina proporciona a fin de lograr un nivel de abstracción suficiente que permita actuar sobre una porción de la realidad aplicando una teoría. La Matemática es una actividad de modelización y ésta a su vez conlleva la idea de producción de conocimiento (Sadosky, 2005).

Muchos conocimientos matemáticos se enseñan sin haber sido producidos, sino que se traducen en saberes prácticos que se ponen en funcionamiento, se aprenden y enriquecen. A partir de un objeto *preconstruido*, se convierte en un objeto *de saber*. No todos ellos pasan a ser objetos

de enseñanza, y éstos a su vez se transforman en objetos *a enseñar*. Se prepara un *saber a enseñar*, se enseña en situación un *saber enseñado* y éste, que no llega a todos los destinatarios en igual manera, se transforma en un *saber aprendido* (Chevallard, 1997).

Pero saber no es conocimiento, sino que es lo que se hace con los conocimientos. Esto lleva a supervisar los saberes que se enseñan bajo la forma de una *vigilancia epistemológica*. Un saber introduce una dinámica en la sociedad y la cultura, es un objeto de deseo. Para construir un proyecto social de enseñanza y de aprendizaje se debe tener claros los contenidos de saberes que serán enseñados. El proyecto sufrirá una serie de transformaciones adaptativas para llegar a ser un objeto de enseñanza: eso es la Transposición Didáctica (Chevallard, 1997), que permitirá pasar de objeto de saber a objeto a enseñar y de allí a objeto de enseñanza.

Las nociones matemáticas son construidas por definición o por elaboración. Un conocimiento se hace ver, el saber es una potencialidad. No se tiene una caja de saberes sino que se establecen relaciones con los saberes. El objetivo es formar un ingeniero capaz de comprender pero también habilitado para sentir las innovaciones y con el criterio suficiente para seguir estudiando como una necesidad esencial de su profesionalidad. Parafraseando a Tyler (1973), enseñar Matemática en Ingeniería es también ensanchar y profundizar el campo de intereses del alumno, con el objetivo de establecer bases sólidas que le permitan continuar con su educación integral en el ciclo superior y en su actividad profesional.

Hablar de una Matemática *que sirve* en la carrera es algo muy liviano, daría a pensar que existe una Matemática *que no sirve*. Las experiencias de aprendizaje no son válidas en la medida de la información que proveen, sino en la dimensión de las capacidades que generan y en la evolución intelectual que determinan. El pensamiento matemático incluye tópicos propios de la especialidad y procesos avanzados, como abstracción, justificación, visualización, estimación o razonamiento mediante hipótesis. Es una red de conceptos, simples y complejos, va más allá del mero manejo de técnicas asociadas (Cantoral, 2001).

La enseñanza siempre pretende producir aprendizaje, pero no asegura ni la comprensión ni la asimilación y retención de los conocimientos aprendidos. Debe quedar en claro que *enseñanza* y *aprendizaje* son procesos distintos. El *aprendizaje* es una continua reorganización cognitiva: se adquieren nuevos conceptos, se enriquecen los ya poseídos, se transforman las estructuras y sistemas conceptuales. La *enseñanza* es una actividad práctica, humana, intencional, social, para provocar el aprendizaje.

El vínculo profesor-alumno genera un clima transferencial en el aula del cual el docente es responsable, pero puesto en situación pedagógica, el clima será benigno en tanto el docente sepa qué hacer con lo que sabe. En esta atmósfera tiene lugar el acto pedagógico: una relación docente-alumno no simétrica y voluntaria, donde se pone en juego un libreto personal implícito con

influencia sobre distintos procesos. En tanto hay movimiento y acción habrá autoridad en el contenido del mensaje y en la persona: un discurso matemático declamado con pasión.

Cómo ubicarse en el currículum

El currículum no es neutro ni aséptico, hay luchas de poder en él para concretar los proyectos políticos. Pero, más allá de la coyuntura, debe permitir que el educando realice aprendizajes significativos que potencien su crecimiento personal, lo habiliten a llevar a cabo una clara lectura de la realidad y lo capaciten para saber elegir y no tomar lo que le es impuesto. A través de la trascendencia de los saberes enseñados, dentro de un contexto donde se determine qué enseñar en forma organizada y relacionada, el objetivo debe ser formar un sujeto criterioso en lo general y apto para lo particular, alejado de lo dogmático y con capacidad para hacer nuevas experiencias y aprender de ellas.

Para *reconstruir creativamente* la Matemática en carreras de Ingeniería es importante que el mayor peso de su enseñanza se dé en el ciclo básico, para desarrollar en el estudiante habilidades que le permitan actualizarse para cuando en el ciclo superior necesite de herramientas matemáticas.

Desde el aspecto disciplinar, hay que enseñar Matemática para formar criterio y dar los instrumentos necesarios para que partiendo de lo que ya se sabe, se logre en el futuro ingeniero una evolución para actuar en un mundo de complejidad creciente y cada vez más incierto. Para hacer frente a estos desafíos, el estudiante debe prepararse para adquirir la capacidad de adaptarse a la sociedad en la cual va a trabajar, siendo al mismo tiempo un usuario criterioso de las nuevas herramientas tecnológicas puestas a su disposición. Muchos de esos instrumentos tienen su fundamento en teorías matemáticas existentes o en vías de desarrollo. Es aquí donde se debe apuntalar el conocimiento de tal modo que el ingeniero pueda elegir y comprender adecuadamente el modelo matemático que mejor se adapte a los problemas que la profesión le va a plantear. Este desafío legitima el lugar que ocupa la Matemática dentro del currículo del ingeniero, y lo revaloriza con el tiempo, ya que las nuevas tecnologías con las que el profesional debe trabajar justifican nuevos enfoques en la enseñanza de ella.

El espíritu de enseñar matemática en carreras de ingeniería

Un ingeniero debe ser un desarrollador de proyectos eficaces, que actúe dentro de un contexto socio-económico determinado. Para realizarlos, entran en juego sus conocimientos y competencias científicas y tecnológicas, habilidades maduradas en base a saber, saber hacer y saber ser. Para formar a ese profesional es indispensable la enseñanza de la Matemática.

Pero ¿hasta qué punto? No debe ser utilizada como mecanismo de selección; esto induce al error de ocultar el papel fundamental que desempeña esta disciplina en la formación de cualquier científico, incluyendo el ingeniero. Pero tampoco reducir contenidos o pretender minimizar su importancia, aunque haya opiniones que proclaman que el ingeniero de hoy es un administrador, ejecutivo comercial y jefe de proyectos. No es posible argumentar a favor de un empobrecimiento de la enseñanza de la Matemática, el docente debe bregar por un enriquecimiento de ella, de modo que el futuro ingeniero pueda enfrentar eficazmente la creciente complejidad del mundo real. Es de constante debate el lugar que debe ocupar la Matemática en la formación del ingeniero contemporáneo. Ella es necesaria para que el estudiante de Ingeniería pueda llegar a comprender las otras ciencias, al tiempo que le brinda técnicas y métodos esenciales para aprender a razonar con rigor y precisión, lo que obviamente forma parte del *ser ingeniero* (Dujet, 2005).

Cómo revisar lo actuado

Un objeto de saber es candidato a objeto de enseñanza y será objeto de evaluación directa. Siguiendo a Álvarez Méndez (2003) sobre una evaluación que sea educativa, se debe permitir educar y aprender. Revisar lo actuado como forma de hacer el recorrido que va desde el territorio de lo enseñado hacia el horizonte de lo aprendido. El límite de la acumulación de la información es la comprensión y es por ello necesario llevar adelante una evaluación del proceso en el mismo proceso educativo. Esto es, periódicamente vigilar cómo se desarrolló la historia del acto pedagógico, narrando in situ las vivencias áulicas y dimensionando cualitativamente la trascendencia de lo aprendido. No una actitud evaluativa constante ni un acto final desprendido de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, sino una herramienta fuente de conocimiento y mejoras educativas llevada a cabo en momentos adecuados (Camilioni, Celman, Litwin, Palau, 1998).

La evaluación de conocimientos sobre Matemática que adquieren los estudiantes de Ingeniería no finaliza en los cursos del ciclo básico. Cumple en un todo de acuerdo con la idea ya citada de Álvarez Méndez, ya que permite educar y aprender, y muchas veces su valoración definitiva se da en instancias superiores.

A modo de cierre

Se ha popularizado la idea de que *la Matemática está en todos lados*, pero esto no es tan taxativo. Dicho de otra manera, no es que está, sino que hay que hallarla y hacerla aliada en la formación del estudiante de Ingeniería. Pero ello no es posible si antes no se reflexiona sobre la trascendencia de lo enseñado. El matemático alemán Leopold Kronecker (Siglo XIX) dijo “*Dios*

creó los números naturales, todo lo demás es obra del hombre” (Amster, 2007). La Matemática es creación humana y entonces el estudiante que aspira ser ingeniero, debe valorar y comprender que la tecnología va a progresar, pero la Matemática va a trascender.

A hombros de gigantes como Galileo, Newton, Gauss y Euler entre otros, queremos ver más lejos. Pero no olvidemos que esos grandes no tenían computadoras y estudiaron a luz de vela. Leales al orgullo de ser sus herederos privilegiados, podemos honrar su legado en cada acto pedagógico que sirva para formar a nuevas generaciones.

Referencias

- Álvarez Méndez, J. M. (2003). *La evaluación a examen*. Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Amster, P. (2007). *Fragments de un discurso matemático*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Camilioni, A.; Celman, S.; Litwin, E.; Palau, M. (1998). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires: Paidós.
- Cantoral, R. (2001). Enseñanza de la matemática en la educación superior. *Sinéctica* 19, 3-27.
- Chaiklin, S.; Lave, J. (comp.) (2001). *Estudiar las prácticas*. Buenos Aires: Amorrortu editores.
- Chevallard, Y. (1997). *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Dujet, C. (2005). Conferencia pronunciada en el marco del programa internacional de Matemática para los ingenieros. Retirado diciembre 1, 2010 de www.m2real.org/spip.php?article2.
- Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Repensar el pensamiento*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión.
- Sadosky, P. (2005). *Enseñar Matemática hoy. Miradas, sentidos y desafíos*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Tyler, R. (1973). *Principios básicos del Currículum*. Buenos Aires: Troquel.