

# Habilidad de los estudiantes de ingeniería de universidades chilenas en la resolución de tipos de problemas matemáticos

Verónica Díaz Quezada

## RESUMEN:

El presente trabajo expone los principales resultados de investigaciones realizadas sobre estudiantes de primer año de ingeniería en contextos universitarios chilenos. El objetivo de este trabajo es compartir los hallazgos que a través de investigaciones en el ámbito de la formación de futuros ingenieros de universidades del estado en Chile, proporcionan una mejor comprensión de las deficiencias que los estudiantes traen de la escuela secundaria en matemáticas y que influyen en gran medida en los cursos de Cálculo de ingeniería, específicamente en la apropiación y aplicación de los conceptos de límite y derivada de funciones reales cuando se ven enfrentados a la resolución de tipos de problemas matemáticos.

Estos resultados representan un aporte para universidades y programas de estudio, en cuanto a que la resolución de problemas es una habilidad que como tarea cognitiva atiende a las causas probables de los fallos del sistema, dentro de un amplio espacio de problemas. Uno de los principales obstáculos a los que se enfrentan los ingenieros en la experiencia laboral real son los cambios que se producen repentinamente entre la formación formal de los estudiantes de ingeniería en las instituciones académicas y las competencias requeridas por la industria. La resolución de problemas se encuentra en el centro de estos cambios.

## PALABRAS CLAVES:

carreras de ingeniería; resolución de problemas; límites y derivadas; tipos de problemas matemáticos.

El alcance de la educación matemática va desde las nociones matemáticas más básicas hasta las matemáticas complejas que se enseñan en las Universidades. Desde sus aspectos epistémicos, didácticos y cognitivos, su objetivo es formar personas que sean capaces de resolver problemas en sus diferentes áreas de especialización, especialmente en ingeniería. Diversos estudios en el campo han abordado la problemática de mejorar las prácticas de enseñanza con la implementación de estrategias pedagógicas orientadas a superar las dificultades de los estudiantes con la comprensión de conceptos como límites y derivadas. Aunque los diferentes cursos de Cálculo pueden tener distintos objetivos en la educación superior, todos ellos están principalmente centrados en algoritmos y métodos tradicionales de enseñanza de las matemáticas. Con estos métodos los estudiantes consiguen ser capaces de utilizar derivadas y límites básicos, pero son incapaces de extrapolar estas nociones a un contexto más amplio. Prevalecen los métodos mecánicos con los que se les enseñó.

## Dificultades de los estudiantes de ingenierías

Las actuales preocupaciones tanto nacionales como internacionales, concentran interés sobre los resultados, entendidos bajo una óptica de calidad y dirigidos a la habilitación, e instalación de capacidades y competencias, como finalidad de los procesos de educación de pregrado. Sin embargo, en el aprendizaje de las matemáticas universitarias de nivel superior, un primer obstáculo importante para los estudiantes de ingeniería de universidades públicas chilenas es el objeto matemático límite y a continuación el objeto derivada. Comprender ambos conceptos asociados a funciones reales es fundamental en estas clases universitarias de matemáticas.

En el pregrado de Matemáticas de ingeniería, cuando se imparte el curso de Cálculo Diferencial se presentan diferentes dificultades que pueden ser tanto pedagógicas, epistemológicas e incluso psicológicas. Los docentes reconocen que los estudiantes no logran comprender y relacionar los principales contenidos de estos cursos y se han esforzado por rediseñar la enseñanza del Cálculo en el aula reconociendo su importancia, porque el consenso es que se trata de una asignatura difícil para los estudiantes. Esto parece causar consecuencias negativas, más aún cuando los estudiantes necesitan conocimientos y habilidades para resolver problemas reales en sus carreras.

Los estudiantes tienen tres principales dificultades para comprender los límites: los procesos infinitos de los límites, la definición formal de límites; y el valor de los límites. Además, utilizan un razonamiento metafórico incorrecto para comprender los límites, que finalmente decanta en errores en la resolución tanto de ejercicios como de problemas de su aplicación. Incluso cuando los estudiantes en general son competentes en el cálculo de derivadas, se encuentran dificultades significativas en el tipo de cambio y la representación de este objeto matemático. Éstas frecuentemente se vinculan a una insuficiente o incorrecta comprensión de los límites, la relación, la función y la proporcionalidad. Por tanto, es necesario desarrollar competencias como la resolución de problemas con el uso de límites y derivadas, pero antes se necesitan conocimientos básicos de la educación secundaria que apoyen la derivación, como álgebra, geometría y trigonometría.

En la actualidad, existe preocupación por la formación adecuada de los ingenieros. Se presenta la necesidad de trabajar en la dimensión global del ingeniero, por lo que se pone de manifiesto la importancia de desarrollar las competencias disciplinares específicas así como aquellas relacionadas con áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, llamadas áreas STEM y otras habilidades denominadas genéricas, como lo son el pensamiento holístico. Es importante resaltar que estas habilidades aparecen en varios documentos como parte de las competencias que se esperan que el ciudadano del siglo XXI posea, específicamente el futuro ingeniero. Sin embargo, los estudiantes están a menudo desinteresados y/o desmotivados en aprender matemática, ya que no observan relaciones entre los conceptos que aprenden en la clase de matemática y aplicaciones del mundo real. Con el fin de alcanzar la comprensión profunda de Cálculo, el plan de estudios y el diseño instrumental deben basarse teóricamente en las matemáticas reales y encontrar un enfoque efectivo que considere la resolución de tipos de problemas caracterizados según su naturaleza y su contexto de aplicación.

Se han planteado preguntas sobre cómo se enfrentan los estudiantes a la resolución de problemas y los procesos que los llevan a una solución, investigando cómo resuelven diferentes tipos de problemas de ingeniería. Sin embargo,

la investigación sobre resolución de problemas en ingeniería ha centrado su atención en el desarrollo de habilidades, sin considerar la influencia de los contextos y situaciones personales que pueden fomentar la motivación y el rendimiento de los estudiantes durante el proceso en general, y en la educación secundaria en particular.

### **Tipos de problemas matemáticos según naturaleza y contexto**

Atendiendo a su naturaleza, los problemas se clasifican en rutinarios y no rutinarios. Los problemas rutinarios son similares a los resueltos durante los cursos de instrucción; el estudiante sigue una secuencia que implica entender los conceptos y algoritmos para alcanzar soluciones válidas. Un problema será no rutinario cuando un estudiante no conoce una respuesta ni un procedimiento previamente establecido o rutina, para encontrarla. Según su contexto, se clasifican en real, realista, fantasista y puramente matemático. Un contexto es real si se produce efectivamente en la realidad y compromete el accionar del alumno en la misma; Un contexto es realista si es susceptible de producirse realmente. Se trata de una simulación de la realidad o de una parte de la realidad; Un contexto es fantasista si es fruto de la imaginación y está sin fundamento en la realidad; Un contexto es puramente matemático si hace referencia exclusivamente a objetos matemáticos: números, relaciones y operaciones aritméticas, figuras geométricas, etc.

Un aspecto importante de la competencia matemática es que las matemáticas se utilizan para resolver problemas en contexto. El contexto es el aspecto del mundo de un individuo en el que se sitúan los problemas. La selección de estrategias y representaciones matemáticas apropiadas depende comúnmente del contexto donde se presenta el problema. Los resultados favorecen el desempeño de los estudiantes de ingeniería en la resolución de los problemas de contexto fantasista y realista, pero regularmente no garantizan habilidades matemáticas necesarias para resolver problemas no rutinarios de aplicaciones de límite y de derivadas de funciones reales.

Los textos de Cálculo suelen incluir, como aplicaciones de las derivadas, problemas de optimización para determinar el mínimo y/o máximo absoluto de una función que depende de dos variables, dada una restricción o relación que las dos variables deben satisfacer siempre. Los ejemplos suelen centrarse en objetos geométricos, como cuadrados, cajas, cilindros, etc. También tienen aplicaciones derivadas básicas en el ámbito empresarial, donde se vuelve a encontrar el valor máximo y/o mínimo de la función y se definen la función de coste marginal, el coste medio, la función de ingreso, la función de ingreso marginal y la función de ganancia marginal. Sin embargo, cuando a los estudiantes de programas de ingeniería se les presentan problemas de límites o derivadas en un contexto que no es utilizado regularmente en los libros de



#### REFERENCIAS SUGERIDAS

1. Díaz, V. (2022). Ability of engineering undergraduates to solve real function limit problems. *Ingeniare: Revista Chilena de Ingeniería*, 30(4), 733-744. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052022000400733>
2. Díaz, V. (2020). Difficulties and performance in mathematics competences: solving problems with derivatives. *International Journal of Engineering Pedagogy IJEP*, 10(4), 35-53. <http://doi.org/10.3991/ijep.v10i4.12473>
3. Díaz, V.; Poblete, A. (2019). Competencias matemáticas: Desempeño y errores en la resolución de problemas de límites. *Paradigma*, 40, 358-383. <http://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2019.p358-383.id733>

Cálculo Diferencial e Integral, como es el fantasista, se destaca el interés de los estudiantes de ingeniería en abordarlos y el alto nivel de aprovechamiento al responder a los mismos. Estos problemas implican uso de la imaginación y no tienen fundamentos en la realidad. Situaciones de personajes de películas actuales y de su propia vida cotidiana son ejemplos de estos contextos ficticios.

#### Reflexiones finales

La investigación sobre la resolución de problemas en el currículo de matemáticas en la formación de ingeniería se ha extendido durante muchas décadas, dando lugar a oscilaciones pendulares en las recomendaciones sobre diversas cuestiones. Los debates producto de investigaciones se refieren a la eficacia de la enseñanza de estrategias generales y heurísticas, el papel del contenido matemático, el papel del contexto. Diversas perspectivas académicas –incluidas la ciencia cognitiva y conductual, la neurociencia, la disciplina de las matemáticas, la filosofía de la educación y las posturas socioculturales– han informado estos debates, generando a menudo resoluciones divergentes. Tal vez debido a esta incertidumbre, los esfuerzos de los educadores a lo largo de los años por mejorar la capacidad de los alumnos para resolver problemas matemáticos reales han tenido resultados decepcionantes. Los estudios cualitativos y cuantitativos revelan sistemáticamente las dificultades de los estudiantes de carreras de ingeniería para resolver problemas matemáticos más significativos que los ejercicios y/o problemas rutinarios.



**Verónica Díaz Quezada.** Profesora titular de la Universidad de Los Lagos (ULAGOS), investigadora del Instituto Interuniversitario de Investigación Educativa (IESED-Chile). Doctora en Educación con Especialización en Matemáticas por la Universidad Academia Humanismo Cristiano, Magister en Evaluación Educativa por la Universidad de Playa Ancha, Profesora de Matemáticas por la Universidad de Chile. Fundadora del Doctorado en Educación Matemática y del Magister en Educación Matemáticas de ULAGOS. Áreas de investigación: didáctica de la matemática (resolución de problemas y evaluación en matemáticas), aseguramiento de la calidad.

**correo de contacto:** [mvdiaz@ulagos.cl](mailto:mvdiaz@ulagos.cl)