

La *Termodinámica* trata esencialmente sobre la energía y su aprovechamiento, esta temática adquiere un aspecto relevante si se considera que los estudiantes en el futuro, deberán asumir el desafío energético de lograr la cobertura de la demanda, minimizando los impactos ambientales, particularmente la emisión de gases de efecto invernadero e impulsar el acceso a todos como base de un desarrollo humano sustentable. Como temática la termodinámica, tiene un alcance muy amplio que va desde el análisis energético en los organismos microscópicos hasta grandes equipos de uso industrial, pasando por los electrodomésticos de uso cotidiano. Aplicado a la industria permite abordar problemas relacionados con instalaciones frigoríficas, turbinas de vapor y de gas, generación de corriente eléctrica e instalaciones para el acondicionamiento de aire, entre otras cosas. Y es en estos ámbitos donde el ingeniero tiene una participación activa, ya sea en el diseño, desarrollo o en los procesos de mantenimiento o control; lo que demanda competencias que le permitan enfrentar situaciones inherentes a aquellas.

En la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, la asignatura Termodinámica se cursa en el tercer año de la carreras de Ingeniería Mecánica, Mecánica Electricista y Aeronáutica y en el cuarto año de la carrera de Ingeniería Civil.

En lo referido al desarrollo de la asignatura se dictan clases teóricas y en otros momentos clases prácticas, cada una de tres horas semanales cada uno.

Las clases teóricas se instrumentan a manera de *seminarios* donde se abordan los principios y conceptos físicos de la asignatura junto a las expresiones matemáticas que modelan los distintos procesos termodinámicos. En las clases prácticas el docente suele comenzar realizando una breve introducción teórica en la cual menciona y escribe en el pizarrón cuáles son las expresiones matemáticas a utilizar durante el desarrollo de los ejercicios, luego resuelve un problema *modelo*, proponiendo una metodología de resolución. Posteriormente, los estudiantes abordan ejercicios y problemas similares al propuesto por el profesor en una *guía* que los estudiantes tienen como material de estudio.

Cabe aclarar que el docente que desarrolla las clases teóricas, no es el mismo que el de las clases prácticas, aunque los dos trabajan con el mismo grupo de estudiantes.

Con esta dinámica de trabajo basadas en el modelo tradicional, los estudiantes tienen una participación *poco activa*; sus intervenciones por lo general están relacionadas con preguntas referentes a la pertinencia de la utilización de los modelos matemáticos de los fenómenos involucrados en los problemas o si la secuencia metodológica que están siguiendo es la adecuada. La interacción que existe entre los estudiantes es simplemente informativa y en general con las mismas inquietudes planteadas anteriormente. A modo de conclusión el docente termina por resolver los problemas en la pizarra.

Es interesante aclarar que los problemas presentados en la guía de estudio son de naturaleza *cerrados* es decir, sus enunciados contienen todos los datos necesarios, de modo que no es preciso introducir hipótesis alguna y se arriba a un solo resultado, con lo cual el estudiante

se limita a buscar las expresiones matemáticas que modelan el fenómeno y que permiten obtener el resultado correcto (Garret, 1988; Campaner et al, 2013).

El propósito de este trabajo es analizar la inclusión de *problemas abiertos* para la enseñanza de la termodinámica de las carreras de ingeniería, a fin de lograr superar dichas prácticas tradicionales y posibilitar el desarrollo de otras capacidades en los estudiantes y no una mera repetición o recuerdo de algoritmos dados.

Los problemas abiertos presentan la característica de no brindar en el enunciado todos los datos y en casos extremos no contener ninguno, pues quien resuelve es el que define los mismos en base a conceptos que ya tiene incorporados o mediante nuevas indagaciones. Debe además caracterizar la situación problemática identificando sus partes, para luego planificar las acciones para su resolución, que lo lleva a *tomar decisiones* durante el proceso, poniendo en juego también su creatividad, entre otras competencias (Garret, 1988; Campaner et al, 2013).

Esta forma de trabajo es la que se le presentará en el futuro, al egresado en su vida profesional como ingeniero y es necesario que adquiera esa capacidad de resolver problemas abiertos desde los primeros años de su carrera.

En los exámenes parciales y finales de la asignatura ocurre algo curioso: se suelen plantear problemas cerrados, generalmente tres, en donde uno de ellos se ha resuelto en clase. No obstante ello, hay un elevado índice de reprobados, aproximadamente un 80 %. y los aprobados lo hacen con una calificación que alcanza el suficiente. Si bien los factores que influyen en esta situación pueden ser de origen diverso, en este trabajo se realiza una introducción al análisis de la inclusión de los problemas abiertos, con la intención de superar la situación planteada anteriormente y nos preguntamos: ¿Trabajar con problemas abiertos, es una herramienta útil para el aprendizaje de la Termodinámica en las carreras de Ingeniería?

Para ello se realizó un estudio utilizando herramientas etnográficas, de naturaleza cuantitativa y cualitativa, que si bien tienen perfiles diferentes, se complementan en tanto permiten indagar sobre diversos aspectos de una misma realidad. Se instrumentó una encuesta a los estudiantes con la intención de determinar el impacto producido por la introducción de problemas abiertos en la asignatura, en función de este instrumento es posible inferir que dicha propuesta resultó más significativa, además indica la necesidad que tuvieron los estudiantes de abordar con creatividad la situación problemática y la importancia del trabajo colaborativo entre ellos. También en esta comunicación se muestra un análisis comparativo de los problemas abiertos vs problemas cerrados, realizado por los estudiantes y las particularidades que se presentan al momento de introducir en la práctica de la enseñanza de la ingeniería problemas abiertos.