

**UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN
CARRERAS DE INGENIERIA**

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

**UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA
DE LA TERMODINÁMICA EN CARRERAS DE INGENIERIA**

Natali, Osvaldo¹; Duran, Gabriela; Alaniz Andrada, Horacio; Stumpf, Pablo

¹*nataliosvaldo@hotmail.com*

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba

OBJETIVOS

- Analizar la forma en que se desenvuelven los estudiantes frente a situaciones problemáticas abiertas.
- Analizar la participación de los estudiantes frente a la nueva propuesta.

DESARROLLO

La energía es la principal problemática que se aborda en la materia termodinámica de la carrera de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba que se cursa en el tercer año de las carreras de Ingeniería Mecánica, Mecánica Electricista y Aeronáutica y en el cuarto año de la carrera de Ingeniería Civil. Esta temática resulta relevante para los actuales estudiantes que 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 para un desarrollo humano sustentable. 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 y control; lo que demanda competencias que le permitan enfrentar situaciones inherentes a aquellas.

El desarrollo de la asignatura se materializa mediante clases teóricas y clases prácticas, cada una de tres horas semanales cada uno cargo de diferentes docentes. Las clases

UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN CARRERAS DE INGENIERIA

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

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.

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 ejercicios presentados en la guía de estudio tienen la característica de ser *problemas 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.

Considerar 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 es el propósito de este trabajo. En el contexto de este trabajo se entiende como problemas abiertos **a las situaciones conflictivas que 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,

UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN CARRERAS DE INGENIERIA

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

entre otras competencias. 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 adquiriera esa capacidad de resolver problemas abiertos desde los primeros años de su carrera.

METODOLOGIA

La metodología implementada se basa en la aplicación de 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 eligió el tema “Aire Húmedo” ya que presenta magnitudes conocidas por los estudiantes como ser humedad absoluta, humedad relativa, temperatura y punto de rocío, que por lo general se escuchan en los pronósticos del tiempo. La metodología de análisis se implementó en dos clases de 3 horas cada una. En la primera de ellas se presentó a los estudiantes un *problema cerrado* (ver anexo I). Se les permitió utilizar todo material que consideraran necesario para arribar a la solución. En la segunda clase se les presentó a los estudiantes un *problema abierto* sobre el mismo tema (ver anexo I). En ambas clases se trabajó con grupos de 5 estudiantes cada uno. El total de estudiantes de la comisión designada para el estudio fue de 40. El rol del docente fue de *observador participante*, ya que podía intervenir para aclarar dudas, pero no ayudar en el proceso de resolución de los problemas propuestos. La observación se centró principalmente en la forma que se desarrollaron los estudiantes ante las distintas situaciones problemáticas. Al finalizar la actividad, se instrumentó una encuesta a los estudiantes con la intención de determinar el impacto producido por la introducción de problemas abiertos en la asignatura.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis de los resultados de la propuesta se hizo en base a la encuesta realizada (ver anexo II). Se analizaron las respuestas de las consignas 3, 4, 5 y 6.

En relación a la consigna 3 (figura 1) se pudo ver que:

- El 75% de los encuestados se vio más motivado para resolver el problema *abierto*. Se puede inferir que esta respuesta se debe a que el hecho de no tener los datos implica todo un desafío al tener que elegirlos y por otro lado consensuar con sus compañeros.

UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN CARRERAS DE INGENIERIA

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

- El 25%, que se vio más motivado con el problema cerrado, intenta decir que se siente más seguro de alcanzar una solución

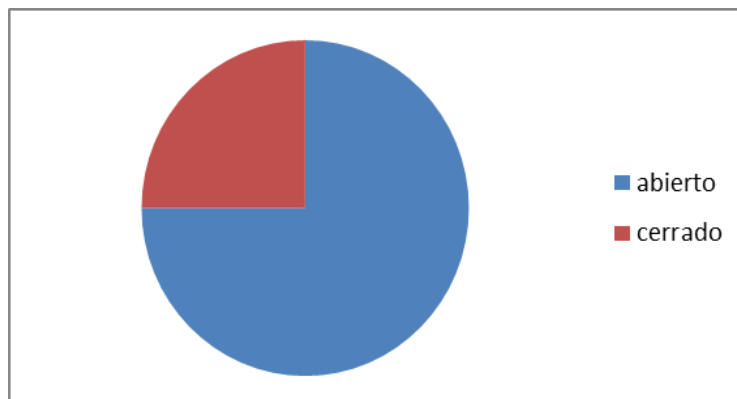


Figura 1 – Motivación a la resolución de problemas

Con respecto a la consigna 4 se puede observar (figura 2) que:

- El 60 % afirma como aspecto positivo en los problemas cerrados, la aplicación directa de la teoría aprendida, que no es factible en los problemas abiertos.

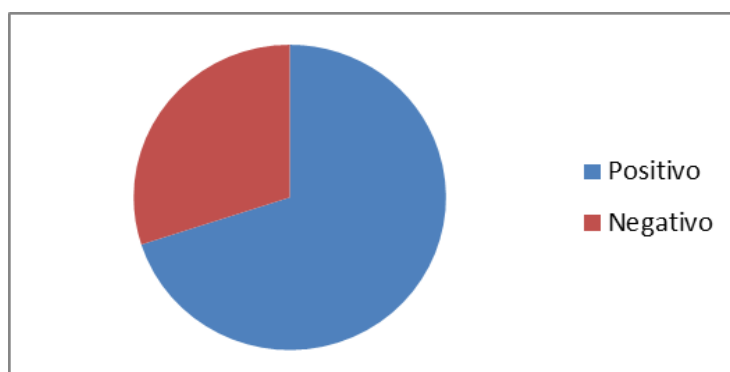


Figura 2 – Aspecto positivo en los problemas cerrados

- El 90% identifica como aspecto positivo de los problemas abiertos (figura 3) que presentan una aproximación a la realidad. Esto es muy importante, ya que también comentan que este tipo de situaciones es la que se les pueden presentar durante su vida profesional, figura 3.

UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN CARRERAS DE INGENIERIA

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

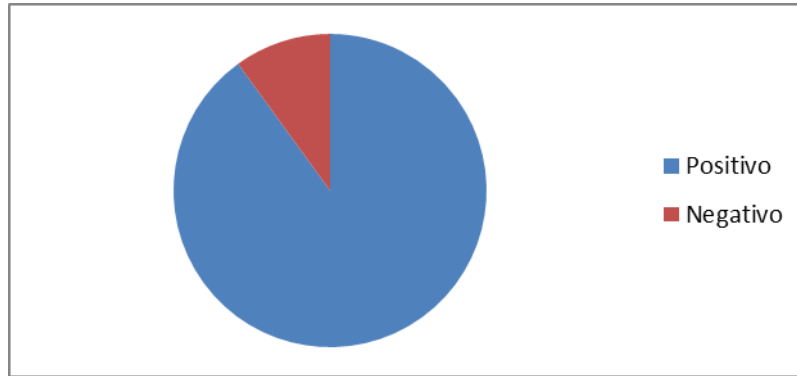


Figura 3 – Aspecto positivo en los problemas abiertos

En relación a la consigna 5, valoración de los problemas cerrados (figura 4):

- El 33% determina como aspecto negativo el hecho de que este tipo de problemas tenga un proceso mecánico de resolución.
- El 4% observa al mecanismo de resolución de estos problemas como un proceso rígido, es decir que no brinda la posibilidad de plantear hipótesis y/ conjeturar, por el mismo hecho de tener un procedimiento predeterminado de resolución.
- El 33% también opina que este tipo de situaciones no se aproxima a procesos reales, sino que sirven como ejercitación para aplicar expresiones de cálculo predeterminadas.

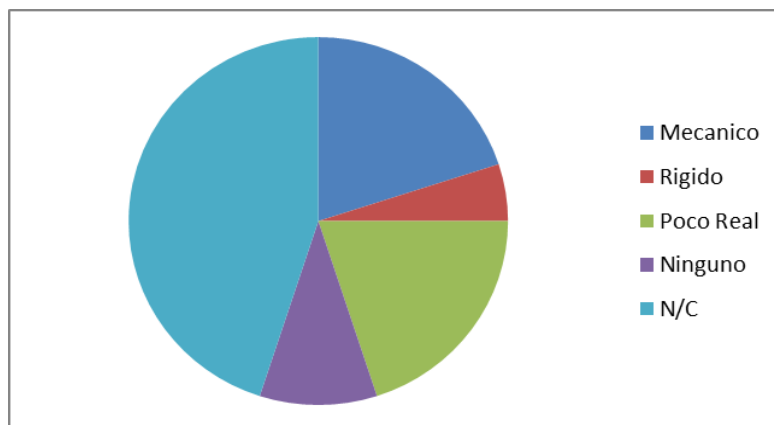


Figura 4 – Consideraciones para problemas cerrados

Con relación al problema abierto podemos observar que (figura 5):

- El 20 % de los estudiantes afirma que se sintió inseguro al momento de plantear el problema.

UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN CARRERAS DE INGENIERIA

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

- El 25 % tuvo incertidumbre en relación a si la solución obtenida era la correcta, por el hecho de no confiar en los datos que había usado para resolver el problema.
- El 20 % afirma que este tipo de problemas es poco habitual en lo que va de su trayectoria académica. Como se ve, este aspecto tiene incidencia directa sobre la inseguridad al abordar esta tipo de situaciones.

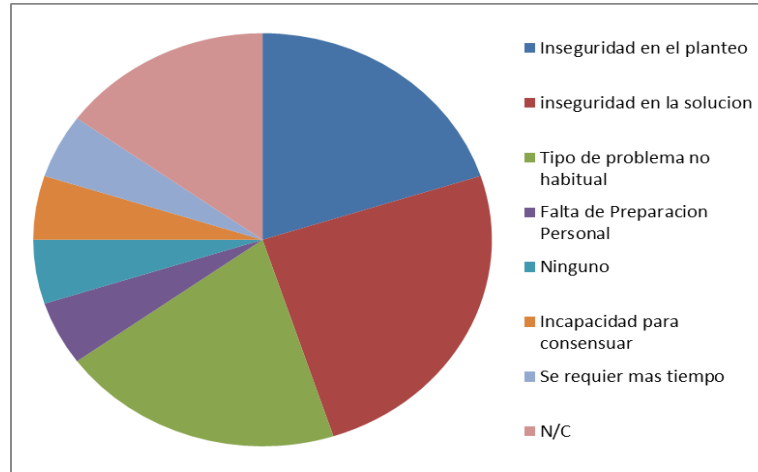


Figura 5 – Consideraciones para problemas abiertos

Los resultados sobre la consigna 6 que indaga sobre las experiencias de los estudiantes en relación al abordaje de problemas abiertos, se ilustra en la figura 6. En ella se puede observar que el 83% nunca ha resuelto este tipo de problemas. Esto permite inferir el porqué de las inseguridades al abordar estas situaciones y la incertidumbre que provoca en los estudiantes al momento de dar una solución.

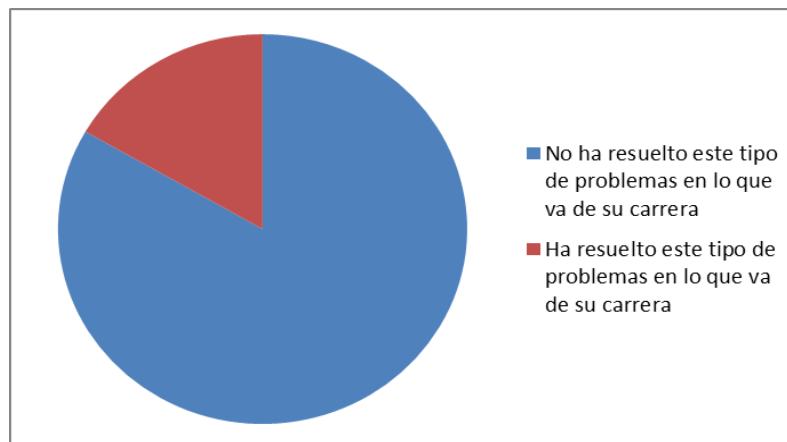


Figura 6 – Resolución de problemas abiertos en el transcurso de la carrera.

UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN CARRERAS DE INGENIERIA

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

CONCLUSION

En función de la experiencia realizada es posible inferir que la estrategia educativa, problemas abiertos, resulta motivadora.

A partir de la observación participativa realizada, se destaca la creatividad y el trabajo colaborativo entre los estudiantes para abordar soluciones, lo que se asemeja a la forma de trabajo en la vida profesional.

La propuesta presentada, según la opinión de los estudiantes, los obligo a presentar hipótesis, discutir los diversos caminos para alcanzar la solución y destacan como aspecto relevante que el problema no tenía una única solución sino que se presentaron varias de ellas, todas válidas. Esta forma de trabajar se aproxima bastante a la de los grupos de trabajo en las distintas áreas de la ingeniería.

De la experiencia se destaca la necesidad de formar estudiantes desde los primeros cursos en las diferentes carreras de ingeniería con este tipo de estrategias educativas con el objetivo de ayudarlos a desenvolverse con mayor seguridad durante su actividad profesional.

**UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN
CARRERAS DE INGENIERIA**

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

BIBLIOGRAFIA

- Natali, Osvaldo; Duran, Gabriela; Alaniz Andrada, Horacio; Bárcena, Carlos; Menéndez, Pablo. (2011). Uso de Situaciones Problemáticas Abiertas en las Clases Prácticas de Física: Una Innovación. III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. Artículo publicado en las actas de las Jornadas.
- Perales Palacios, J.; Álvarez Suarez, P.; Fernández González, M. González García, F.; Rivarosa, Alcira, (1997). Resolución de Problemas. Ed. Síntesis Educación.
- Gil Pérez, D.; Dumas Carré, A.; Martínez Torregrosa.; Ramírez Castro, L. (1988). Resolución de Problemas de Lápiz y Papel como Actividad de Investigación. Investigación en la Escuela. N°6. Artículo.
- Juan Ignacio Pozo y M. del Puy Pérez Echeverría (coord.) Psicología del aprendizaje universitario: La formación en competencias. Ed. Morata. 2009.

ANEXO I

PROBLEMA CERRADO

- 1- Aire a 30 °C y con 60% de grado de saturación, sale de un conducto con un caudal de 6 kg/s. Por otro conducto sale aire a 6 °C, con un grado de saturación del 90% a razón de 3 kg/s. Determinar el estado final (temperatura, grado de saturación y temperatura de punto de rocío) de la mezcla para 760 mm de mercurio. Resolver analíticamente y verificar gráficamente.

PROBLEMA ABIERTO

- 2- Se desea acondicionar un ambiente para una sala de metrología partiendo de una mezcla de dos caudales de aire previamente seleccionados. Los dos caudales iniciales se seleccionan de manera tal que en la sala de metrología la humedad relativa no supere el 40 %. Establecer las características del caudal resultante indicando los criterios utilizados para la elección de las características de los dos caudales antes de ser mezclados.

**UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN
CARRERAS DE INGENIERIA**

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

**ANEXO II
ENCUESTA**

1. Indique el estado en que se encuentra con las materias correlativas

Materia	Regular	Aprobada/ indicar la nota
Física I		
Análisis matemático II		

2. Es recursante

Si

No

3. Con cuál de los dos problemas se vio más motivado para resolver

A

B

4. Indique aspectos positivos en relación a su proceso de aprendizaje al abordar la resolución de los problemas.

Problema A	Problema B

5. Indique aspectos negativos en relación a su proceso de aprendizaje al abordar la resolución de los problemas

Problema A	Problema B

6. Ha resuelto problemas como los del tipo B (abiertos, en donde usted define los datos necesarios para su resolución), durante el cursado de su carrera.

**UTILIZACION DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN
CARRERAS DE INGENIERIA**

Área Temática: Integración Regional Educativa y Profesional

NATALI Osvaldo; DURAN María Gabriela; ALANIZ ANDRADA Horacio; STUMPF Pablo

Si

No

7. Identifique qué procedimiento/s mental/es pone más en juego en la resolución de cada uno (marque lo que considere)

Procedimientos mentales	Problema A	Problema B
Recuerda o reconoce información		
Comprende o interpreta información		
Selecciona o transfiere datos		
Diferencia o relaciona conjeturas, hipótesis o modelos		
Genera, integra o combina ideas en un plan de acción		
Valora o critica los resultados		

“Copyright ©2014 “Natali, Osvaldo; Duran, Gabriela; Alaniz Andrada, Horacio; Stumpf, Pablo”.

El autor delega al CAI la licencia para reproducir este documento para los fines del Congreso ya sea que este artículo se publique de forma completa, abreviada o editada en la página web del congreso, en un CD/ DVD o en un documento impreso de los trabajos de INGENIERÍA 2014 Latinoamérica y Caribe.