

MÉTODO DEL CASO COMO HERRAMIENTA HACIA UNA VISIÓN INTEGRAL DE LOS RETOS DE LA INGENIERÍA

A. A. Pérez Villegas¹
A. M. Sánchez Navarrete²

RESUMEN

El proceso de globalización ha puesto sobre la mesa retos cuya importancia permea distintas áreas, además del aspecto económico. Un ejemplo de ello ha surgido en el ámbito educativo, donde se demanda cada vez mayor apertura y flexibilidad en la formación de los estudiantes, que además incorpore estructuras de cooperación internacional, para permitir enriquecer su formación profesional, dotando al alumno de una visión integral de los retos relacionados a su profesión. Este trabajo propone crear una discusión sobre las herramientas que le permitirán al egresado de Ingeniería, hacer frente a su quehacer con éxito en un panorama no solamente más competitivo y global, sino que además plantea dilemas éticos y profesionales alrededor de los temas de eficiencia y sustentabilidad. Se plantea en primera instancia, la necesidad de que el estudiante obtenga desde las aulas una perspectiva realista y completa de las problemáticas actuales, para que sea capaz de brindar las soluciones eficientes e integrales que le serán demandadas por la sociedad. Para este trabajo se recopilaron los resultados y observaciones de estudiantes de Ingeniería que se encuentran a la mitad de su formación profesional y que trabajaron según la metodología de resolución de casos.

ANTECEDENTES

Uno de los paradigmas modernos, que ha surgido en parte por la globalización y el acceso a la información, postula que la Ingeniería está al alcance de todos los países y personas en el mundo, con el fin de contribuir a la solución de los distintos problemas que aquejan a la sociedad, siendo algunos de esos problema cada vez más desafiantes.

Con el fin de preparar a los estudiantes de Ingeniería para desarrollarse en un ambiente laboral permeado por ese paradigma, es necesario introducir desde los salones de clase una perspectiva integral que involucre todos los contenidos y formas de enseñanza de los planes de estudio hacia la resolución de problemas de naturaleza interdisciplinaria.

En la actualidad es común la presentación atomizada los conocimientos que integran los programas de las licenciaturas de Ingeniería. Esta forma de estructurar el plan de estudios, que posiblemente haya funcionado durante años, ahora constituye un área de oportunidad para integrar esos conocimientos aparentemente dispersos, en un continuo que permita al egresado de Ingeniería insertarse en el campo laboral que se desarrolla en el plano global, y en el cual se requiere abordar los problemas desde una visión integral e interdisciplinaria.

El desarrollo de habilidades de pensamiento que les permita a los estudiantes, una vez que hayan egresado, resolver problemas efectivamente desde diferentes enfoques, les brindará mejores oportunidades en su desempeño profesional, en un contexto cada vez más complejo e internacional, donde bien puede fabricarse un componente industrial en una parte del mundo, y ser incorporado a un vehículo armando en el otro extremo del globo.

¹ Jefe del Departamento de Educación Continua, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. aaopez@uaslp.mx

² Asistente de Jefatura del Departamento de Educación Continua, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. adriana86sn@gmail.com

Para poner en práctica herramientas educativas que permitan que el estudiante desarrolle un criterio global en su aproximación y ejercicio de la ingeniería, se ha planteado el caso de la asignatura de Termodinámica, Física aplicada en la rama del calor. Los años de experiencia impartiendo esta asignatura, muestra las complejidades que ocurren durante la impartición de clase. Particularmente, se observa la dificultad del estudiante en la comprensión de las características de las sustancias puras o de trabajo. Los fluidos que se ven involucrados en esta confusión son el aire y el agua, dos sustancias compuestas que no sufren alteración química alguna cuando son sometidas a procesos físicos. La requisito básico para seleccionar un método de solución de los problemas donde se involucran estas sustancias, implica definir que el aire es parte de los denominados gases ideales y que el agua forma parte de los fluidos considerados bifásicos. Es fundamental el conocimiento acerca de las propiedades termodinámicas de las sustancias de trabajo así como saber diferenciarlas.

Para el desarrollo de este reporte, se trabajó con el caso particular de un salón de clase, donde se detectó la dificultad por parte de los estudiantes de entender el significado de las propiedades de gas ideal cuando son utilizados en principios termodinámicos.

METODOLOGÍA

El Método del Caso (MdC), es una técnica de aprendizaje que surgió en primera instancia en la Universidad de Harvard, como una propuesta pedagógica que les permitiera a los alumnos enfrentarse con situaciones realistas y que los ejercitara en la formación de su criterio y en la toma de decisiones. Con el paso del tiempo, esta técnica se ha extendido hacia otros contextos en la enseñanza de diferentes disciplinas, entre ellas la Ingeniería, y se ha convertido en una eficaz estrategia para que los estudiantes adquieran diversos conocimientos y desarrollen diferentes habilidades gracias a su papel fundamental en el estudio de casos concretos donde se plantean aspectos prácticos y reales.

El método de caso propicia un esquema de aprendizaje activo, a través de la investigación y razonamiento inductivo del estudiante sobre una situación real, por lo tanto este método requiere de la participación activa y cooperativa entre los estudiantes alrededor de una situación que requiere propuestas de solución.

El análisis de un caso concreto permite que el alumno se aproxime a la comprensión de todo el contexto, así como las variables que intervienen. El método de caso requiere de tres variables que son, el papel activo de los estudiantes, el trabajo de equipo colaborativo y el diálogo para el intercambio de criterios y la toma de decisiones.

Los objetivos de esta técnica propuestos por la Universidad Politécnica de Valencia son:

- La formación de futuros profesionales capaces de encontrar para cada problema particular la mejor solución, adaptada al contexto humano, social, y jurídico dado.
- El abordaje profesional de los problemas de un dominio determinado, a partir de una situación real, cuyos elementos son a veces contradictorios. El enfoque profesional parte de una descripción profesional, con fundamento teórico de comparación para identificar las peculiaridades del caso, proponer estrategias de solución, aplicar y evaluar los resultados.

- La creación de contextos de aprendizaje que faciliten la construcción del conocimiento y favorezcan la comunicación de las ideas. Apoyándose en las definiciones y objetivos citados, se puede entrever que la técnica del caso se centra en el proceso seguido por los estudiantes para encontrar esa solución.

Se cree que a lo largo de este proceso de aprendizaje, los alumnos desarrollan las siguientes competencias y capacidades:

- Gestión de la información.
- Anticipación y evaluación del impacto de las decisiones tomadas.
- Disposición de conocimientos generales vinculados a la materia y al mundo profesional.
- Habilidades interpersonales, de comunicación, organización y de gestión personal.
- Actitudes y valores como autonomía, flexibilidad, compromiso personal, responsabilidad e iniciativa.
- Habilidades para el trabajo colaborativo, que mejorará la preparación y la capacidad de adaptación de los estudiantes al puesto de trabajo y a su entorno profesional.

El método del caso aplicado en el salón de clase

Con el fin de facilitar la comprensión entre las diferentes propiedades del aire y el agua, se trabajó en la materia de Termodinámica mediante el método de caso. El grupo, Figura 1, constó de 25 estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Ingeniería Mecánica Administrativa e Ingeniería en Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la UASLP. La materia de Termodinámica se encuentra en el quinto semestre en los planes de estudio.

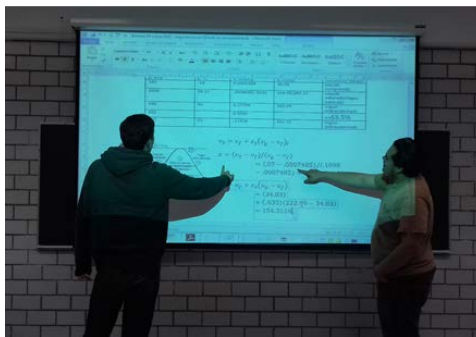


Figura 1. Estudiantes del curso de Termodinámica.

Para la realización del trabajo, se llevó a cabo el estudio y análisis de un caso real, relatado por la prensa:

Un hospital solicitó, un domingo a su almacén de suministros, un tanque de oxígeno. Como respuesta, un tanque equivocado fue conectado a la línea de oxígeno por el personal de mantenimiento, realizando un artificio para lograr la conexión, a pesar de que las conexiones, válvulas y código de colores no eran correspondientes, como se cita en la Norma Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-2000. Dicho error ocasionó el fallecimiento de cinco pacientes a causa de la aspiración de bióxido de carbono.

Durante el diseño y planteamiento de esta actividad, se esperó que el estudio y análisis de este caso, motivara el interés del estudiante para llegar a comprender el significado de los principios termodinámicos de los gases ideales y que las situaciones en la vida real son de características multidisciplinarias, requiriéndose además el dominio de los conocimientos básicos como Física, Química, Matemáticas, Termodinámica, Mecánica, Seguridad Industrial, Administración y manejo de Recurso Humano entre otras.

Esquema de la realización de la actividad

Para realizar la actividad, se propuso a los integrantes del grupo organizarse en equipos de tres estudiantes para analizar el caso, realizar propuestas y elaborar al final del ejercicio una evaluación del desempeño de los miembros del equipo.

El docente presentó el caso a los estudiantes y explicó la estrategia a seguir. Se solicitó a los estudiantes realizar la investigación como tarea, y reunir información relacionada con el caso, para proponer los temas que deben estudiarse y lograr el dominio del conocimiento de las propiedades termodinámicas de los gases ideales de forma indirecta.

Para realizar esta actividad se destinaron ocho horas totales divididas como sigue:

- 1 hora para la presentación del caso por parte del profesor y la explicación de cómo resolverlo, así como la explicación de qué es lo que se esperaba de la participación de los estudiantes.
- 4 horas en el salón de clase para dar seguimiento al desarrollo de la actividad mediante presentaciones y discusiones entre los equipos.
- Se propuso ocupar tres horas de trabajo extraclase para complementar la investigación y realizar la sesión plenaria al término de la semana, y obtener conclusiones.

Se solicitó analizar el caso considerando las siguientes circunstancias que posiblemente intervinieron, describiéndolas en el ejercicio como guías para encausar la discusión hacia las variantes del caso:

1. Normas visibles en el almacén para el manejo de gases. Implican características de los tanques (forma, dimensiones, código de colores, Figura 2) y características de las conexiones.
2. Conocimiento de la norma y código de colores para el manejo de los gases por parte del personal.
3. Presencia de personal durante los domingos, que por su número haya podido intervenir en la situación.
4. Capacitación de personal de nuevo ingreso.
5. Grado de comunicación entre los diferentes departamentos en el hospital.
6. Posible anomalía en la identificación del tanque que se recibió del proveedor.



Figura 2. Diferencias de señalamiento entre un tanque de bióxido de carbono y un tanque de oxígeno.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Mediante este ejercicio, se promovió en los estudiantes el desarrollo de una perspectiva multidisciplinaria y global para la resolución de problemas, que incluía no sólo el aspecto de ingeniería, sino de medio ambiente, derecho y ética profesional, tratando de abordar la situación estudiada desde varias perspectivas.

Las principales ideas recabadas del trabajo de cada uno de los equipos, fueron:

1. No había personal capacitado al momento de suministrar el tanque de oxígeno.
2. Los tanques en el almacén se encontraban mal organizados.
3. Falta de comunicación entre el personal de almacén y mantenimiento.
4. No había apoyo visual para que la persona encargada identificara los diferentes tanques.
5. No se usaron los instructivos de conexión de las diferentes válvulas, ya que se conectó la válvula de CO₂ a la línea de suministro de oxígeno, a pesar de que las roscas son diferentes.
6. Falta de organización en la rotación de turnos del personal.

A continuación se muestran las conclusiones que surgieron de la plenaria realizada al final de la actividad por los estudiantes de la materia (Figura 3):

1. Ante la petición del personal de enfermería, se entregó por parte del almacén de suministros un aparente tanque de oxígeno.
2. El personal encargado de conectar el tanque a la línea de suministro, encontró que no podía realizar la conexión apropiada porque la válvula del tanque no correspondía a la rosca de la tubería.
3. Enseguida se llamó al personal de mantenimiento en turno para que se hiciera cargo de solucionar el problema.
4. El personal de mantenimiento elaboró un adaptador para realizar la conexión a la tubería. Se considera que esta acción fue indebida de acuerdo a la NOM correspondiente.

5. Existe el desconocimiento de la norma y de las buenas prácticas en el manejo de gases medicinales.
6. Se suministró el contenido del tanque a la línea con el resultado de que fallecen cinco pacientes que solo presentaban algunos problemas respiratorios y únicamente requerían el oxígeno.

SOLUCIONES PROPUESTAS

- Lo primordial sería capacitar al personal encargado de esta área para que tenga amplio conocimiento acerca de los tipos de tanques utilizados.
- Llevar un control de almacén de manera que siempre se reporte la entrada y salida del tipo de tanque, para prevenir que este tipo de incidentes se repitan.
- Mayor responsabilidad por parte del grupo de reparto de infra para evitar que se entreguen tanques erróneos a estas instituciones.
- Que el médico encargado en turno autorice la conexión de los tanques como ultimo punto de control.

Figura 3. Propuestas de solución indicadas por uno de los equipos de estudiantes.

Al final de esta actividad, se pudo observar una comprensión más profunda de las problemáticas a las que seguramente se enfrentarán los estudiantes de Ingeniería, una vez que hayan egresado. Las reflexiones y ejercicios que los estudiantes realizaron, cuyas evidencias se pueden observar en la Figura 4; con el fin de resolver el problema planteado, incluyeron aspectos que delineaban situaciones realistas, y por lo tanto sus propuestas fueron completas y acorde al contexto de la situación estudiada.

⦿ **Complicaciones**

⦿ El gas, al llegar al Sistema Nervioso Central, compromete el estado de conciencia, y como pasa al corazón, podría producir trastornos cardíacos. El peor escenario: paros respiratorios y cardíacos. El peligro se agrava para las personas asmáticas. Atención médica requerida




Figura 4. Efectos de bióxido de carbono investigados por los estudiantes del curso.

CONCLUSIONES

Sobre el caso estudiado

El reporte de la prensa, de manera inmediata, señala un grave error de la compañía suministradora de gas y la inculpa por las muertes accidentales. Dicha empresa, efectivamente entregó, además de varios de oxígeno, un tanque de CO₂ que se emplea en los hospitales para determinadas operaciones quirúrgicas. Aunque este argumento puede ser cierto, la situación que llama a la investigación es que el personal de almacén del hospital debería estar capacitado en el manejo de gases medicinales, lo que aparentemente fue del desconocimiento de la persona que laboraba en ese momento.

Asimismo, se considera improbable que una persona de antigüedad en el puesto de mantenimiento pudiese realizar la adaptación incorrecta, ya que la conexión de un tanque de oxígeno es una maniobra frecuente en un hospital. Por lo que se infiere que la persona que realizó la conexión indebida del tanque, desconocía lo señalado en la NOM, así como las buenas prácticas hospitalarias en el manejo de los gases medicinales.

Sobre la actividad realizada por los estudiantes

Las situaciones que imperaron al inicio de la investigación realizada por parte de los estudiantes comprendieron diversas reacciones y estrategias de trabajo; algunos se limitaron a copiar y pegar en sus presentaciones detalles sobre la nota periodística encontrada en internet, otros copiaron las presentaciones de otros equipos, y concretamente dos equipos realizaron presentaciones sobresalientes desde un inicio.

Una vez que se compartieron las presentaciones y se les solicitó ahondar en el análisis del caso, los estudiantes se motivaron a realizar una investigación más exhaustiva de la información que rodeaba a este caso, incluyendo opiniones de diferentes periodistas y expertos, lo cual los convenció de que la información encontrada en momentos puede resultar controversial, y requiere de un análisis más profundo.

Los equipos modificaron sus presentaciones, alcanzando una mayor profundidad en la comprensión del caso y esquematizando las posibles situaciones que intervinieron.

Se observó que la comunicación entre los estudiantes mejoró a medida que avanzó la investigación y que se les instó a comunicar sus ideas. Esta mejora se reflejó significativamente en términos de manejo de lenguaje técnico, empatía y asertividad, logrando integrar las diferentes opiniones de los equipos en conclusiones generales durante la plenaria.

Fue importante generar un ambiente amigable y a la vez crítico, donde los estudiantes se sintieran en libertad de expresar sus ideas, además de tener la oportunidad de cuestionar las reflexiones de otros equipos, con el fin de construir entre todos una reflexión enriquecida sobre el caso, además de entender la importancia de comprender los conceptos básicos de ingeniería, con el fin de cumplir con su responsabilidad en la resolución de problemas.

A partir del análisis del caso, el grupo de estudiantes logró una mayor integración en la discusión sobre el comportamiento de los gases ideales, de tal modo que el manejo de su

ecuación general aplicada a la solución de los procesos termodinámicos se realizó de una manera más efectiva y amigable.

Las observaciones del profesor con respecto, no sólo a la mejora en la comprensión de los gases ideales, sino de la actitud con la que los estudiantes abordaron el estudio del caso y estuvieron dispuestos a comunicar entre sí sus propias conclusiones, apoyan la validez del método de caso como herramienta que puede usarse como parte de la implementación de prácticas innovadoras en la enseñanza de la ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

- Cengel, Y. (2015). *Termodinámica*. México: Mc Graw Hill.
- Díaz Barriga Arceo F. (2010). *Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo*. México: Mc Graw Hill.
- Infra S.A DE C.V. (2012). *InfraMédica*. Obtenida el 18 de marzo de 2016, de http://www.inframedica.com/pdf/servicios_de_salud_hospitalarios.pdf
- Organización Respiración Normal (2016). *Dióxido de carbono: Efectos en la salud, usos y beneficios*. Obtenida el 18 de marzo de 2016 de <http://www.respiracionnormal.org/co2/>
- Secretaría de Salud (2000). *Norma Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-2000, que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada*. Obtenida el 18 de marzo de 2016 de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/197ssa10.html>.
- Universidad Politécnica de Madrid (2008). *El método del caso. Guías rápidas sobre nuevas metodologías*. Obtenida el 18 de marzo de 2016 de <http://innovacioneducativa.upm.es/guias/MdC-guia.pdf>