

Problemas de diseño: un camino para el desarrollo de competencias en física básica

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Design problems: a path towards skills development in Basic Physics

Gustavo Bender¹ y Alejandra E. Defago²

¹Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda, Villa Dominico CP 1835, Buenos Aires. Argentina.

²Ciclo Básico Común Universidad de Buenos Aires. Avellaneda, CP 1888 Buenos Aires. Argentina.

E-mail: gussbender@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta la experiencia de implementación de una actividad de resolución de un problema no cerrado de diseño de termodinámica que se llevó adelante en la materia Física II de la Universidad Tecnológica Nacional, en la Facultad Regional Avellaneda. Los estudiantes debían resolver el problema de diseñar una vivienda de dos habitaciones, analizar los intercambios de calor con el exterior, proponer y justificar un modelo de aislación térmica y calefacción para la misma. La resolución implicó, además, una sencilla investigación documental, así como la elaboración de un informe pautado. Fue evaluada mediante el uso de una rúbrica y muestra una manera interesante de desarrollar habilidades que constituyen parte indispensable del camino hacia la construcción de competencias profesionales, tanto genéricas como específicas.

Palabras clave: Resolver Problemas, Problemas de diseño y modelado, Competencias comunicativas.

Abstract

This paper presents the experience of implementing an activity to solve an unclosed problem of thermodynamic design that was carried out in Physical Matter II of the Universidad Tecnológica Nacional. at the Avellaneda Regional College. The students had to solve the problem of designing a two-room dwelling, analyzing heat exchanges with the exterior, proposing and justifying a model of thermal insulation and heating for it. The resolution also implied a simple documentary investigation, as well as the preparation of a scheduled report. It was evaluated through the use of a rubric and shows an interesting way to develop skills that constitute an indispensable part of the path towards the construction of professional competences, both generic and specific.

Keywords: Problem solving; Design and modelling problems; communicative competences.

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace tiempo existe acuerdo acerca de la necesidad de revisar las formas de enseñanza de la Física en las carreras de Ingeniería. Al respecto Okulik (2009) afirma que

...en la enseñanza habitual de la ingeniería -y en especial de la Física en estas carreras-, la mayoría de los métodos utilizados están basados en modelos de aprendizaje que implican la presentación de un determinado número de ejemplos y de un ejercicio tipo que contempla, paso a paso, el camino a la solución.(p. 66)

Parece necesario entonces, encontrar alternativas que favorezcan un mejor manejo de los saberes y que promuevan habilidades y competencias acorde con el perfil de la formación profesional. Las investigaciones llevadas a cabo en distintos países han mostrado que la metodología tradicional de enseñanza (basada exclusivamente en clases expositivas y resolución de ejercicios o *problemas tipo*) promueve ciertos aprendizajes, aunque estos pueden ser mejorados cualitativamente cambiando, tanto las estrategias y prácticas de enseñanza, como el rol que desempeñan los estudiantes en su aprendizaje. Las nuevas propuestas en enseñanza de la Física en las carreras de Ingeniería en Argentina del CONFEDI (2018), sugieren la resolución de problemas como un modo pertinente para el desarrollo de habilidades lingüísticas y comunicativas que constituyen el grupo de las competencias genéricas promovidas para la formación

profesional. Estas implican, por una parte, el desarrollo de nuevas prácticas para la formación de futuros profesionales y por otra, poner el foco en el desarrollo de habilidades que superen el mero manejo de información o la resolución de ejercicios o problemas tipificados.

En este trabajo se presenta una actividad de resolución de un problema de diseño y modelado de termodinámica, en una materia de Física Básica (Física II, 2do año), que implica la construcción de un modelo “térmico” para una vivienda, así como la propuesta de mecanismos de aislación y calefacción.

Desde el punto de vista de la clasificación de los problemas puede decirse que se trata de un problema “no-cerrado”¹ y contextualizado. La actividad no solo busca la resolución “física” de la situación, en tanto cálculo, sino que tiende a promover habilidades y desarrollos autónomos de los estudiantes, así como la toma de decisiones, la búsqueda documental de información, la elaboración de conclusiones y la producción de informes pautados.

El problema que se presenta, es parte de un proyecto de cátedra y de investigación dentro de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda (UTN-FRA) y se desarrolló, inicialmente, a partir de varios factores. Por un lado, diferenciar la demanda cognitiva² solicitada en las evaluaciones para los estudiantes que acreditan la materia con el régimen de aprobación directa de la de aquellos que lo hacen a través de la aprobación con examen final. Por otra parte, se orienta a la búsqueda de prácticas de aula que promuevan aprendizajes orientados al desarrollo de habilidades específicas en la formación de los futuros ingenieros.

II. LAS HABILIDADES A DESARROLLAR

Como se ha comentado, la actividad propuesta no busca ser “un problema de ingenio” o “un problema ingenioso” sino que se trata de una actividad integradora de resolución de un problema no-cerrado que promueva no sólo el aprendizaje de contenidos de Física -vinculados a la trasmisión del calor-sino también aprendizajes relacionados con la contextualización de un problema, la toma de decisiones y el desarrollo de habilidades comunicativas.

A. La resolución de problemas

Al referirse a la resolución de problemas Becerra Labra y otros(2004) afirman que los profesores de materias científicas dedican mucho tiempo a la resolución de problemas de «lápiz y papel» tanto dentro como fuera del aula, pero la experiencia en los primeros niveles universitarios indica el fracaso generalizado de los estudiantes cuando se enfrentan por sí solos a un problema distinto a los resueltos en clase y, respecto al mismo tema, Guisasola Aranzabal y Garmendia Mujika(2014) sostienen que proponer a los estudiantes que resuelvan muchos problemas durante su aprendizaje de la física y de la química no garantiza el desarrollo de buenas habilidades de resolución y que los resultados de algunas investigaciones muestran un pobre desempeño de estudiantes universitarios en resolución de problemas.

Por eso es deseable que, en la enseñanza de la física en carreras de Ingeniería, además de resolver problemas de lápiz y papel, el estudiante pueda abordar situaciones progresivamente más abiertas, que tienen una solución (que no es única) y, para cuya resolución deben tomarse decisiones. El diseño de una conexión eléctrica que satisfaga determinadas condiciones, el diseño de un termómetro sencillo o de un sistema de aislamiento térmico, son ejemplos posibles de este tipo de situaciones.

Estas situaciones no son del tipo del aprendizaje basado en problemas (ABP) como se lo conoce habitualmente en el ámbito de la didáctica específica, sino que se trata del aprendizaje basado en *resolución* de problemas y de situaciones problemáticas (ABRP) (Guisasola Aranzabal y Garmendia Mujika, 2014).

En el ABRP el estudiante es más que un mero “solucionador” de problemas y adquiere conocimiento a través de la resolución de un problema acotado, mientras que el profesor guía el camino de construcción de estos conocimientos y habilidades en la dirección de una solución adecuada y comprensible. Se trata, entonces, de una estrategia de *enseñanza centrada en el alumno*, desde una perspectiva constructivista, donde la adquisición del conocimiento y el desarrollo de habilidades y actitudes tienen la misma importancia. El ABRP promueve un aprendizaje integrado, en el sentido que requiere combinar el qué, con el

¹ Los llamamos problemas *no cerrados* porque tienen características tanto de los problemas abiertos como cerrados. Son abiertos porque el resultado no es único, ya que ellos proponen las dimensiones de la habitación y los materiales a usar para regular el intercambio de calor, pero una vez elegidas esas condiciones la solución deja de estar abierta y queda sujeta al uso correcto de las ecuaciones de intercambio de calor.

² Demanda cognitiva refiere a la caracterización que se hace de las tareas (actividades) que se proponen al estudiante según la complejidad de los procesos cognitivos involucrados en la resolución de dicha tarea. También suele usarse esta noción para indicar las operaciones mentales que se activan en los estudiantes al realizar una determinada tarea. A mayor número de operaciones mentales requeridas para ser resuelta la tarea, mayor es la demanda cognitiva de la misma

cómo y el para qué se aprende. (Escribano y Del Valle, 2008). El hecho de enfrentar a los estudiantes a un problema o situación profesional práctica, y en lo posible real, suele activar un proceso de construcción de conocimiento auto-dirigido, colaborativo y contextual

Un aspecto importante que aporta la resolución de problemas en contexto y no cerrados, es la doble dimensión de la tarea que implica tanto conocimientos específicos del tema disciplinar, como la toma de decisiones y su contextualización en una situación concreta. Al tratarse de una Física Básica en una carrera de Ingeniería, se busca también iniciar un desarrollo gradual de competencias específicas, como, por ejemplo, la capacidad de actuación profesional. Esta capacidad no surge de manera espontánea de los conocimientos disciplinares, ni por una vía puramente experiencial, sino que requiere conocimientos especializados y situados. Por eso, pensar la enseñanza de Física en estos términos implica, introducir actividades de resolución que requieran una adecuada combinación de conocimientos (saberes de corte conceptual) así como habilidades prácticas y de modelado.

El desarrollo de actividades de resolución de problemas y de habilidades de comunicación, sumadas al trabajo grupal que se propone, se orientan a la construcción de las competencias genéricas relacionadas con: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, desempeñarse de manera eficaz en equipos de trabajo, y comunicarse con efectividad.

B. La competencia lingüística argumentativa

En diversas revistas de enseñanza de ingeniería -Revista Internacional de Educación en Ingeniería, Gran Bretaña, o bien en la Revista de Educación en Ingeniería, editada en Estados Unidos-pueden verse variedad de artículos que presentan evidencias sobre la necesidad que tienen los estudiantes de ingeniería de diferenciar entre las características de un ensayo, un informe técnico, una carta y una síntesis. Los textos académicos elaborados en las carreras profesionales, incluidas las ingenierías, son “géneros discursivos secundarios” y, para poder escribirlos, se requiere prestar especial atención a las estrategias discursivas específicas de la comunidad profesional y diferenciar su estilo del de los géneros aprendidos en los niveles de educación previos.

Flores Aguilar (2014) sostiene que uno de los grandes retos para la formación de ingenieros e ingenieras de este siglo ha sido identificar las competencias genéricas que fundamenten el currículo en las instituciones de educación correspondientes y, entre ellas, la necesidad de que los egresados de ingeniería muestren dominio de la comunicación oral y escrita. Del mismo modo, Kindelán y Martín (2008) afirman que es importante para la educación en ingeniería que los profesionales preparados para el nuevo siglo tengan una amplia interrelación entre los conocimientos aprendidos y lo comunicado efectivamente y sostiene que uno de los retos en la formación del ingeniero es el desarrollo de destrezas comunicativas.

Asimismo, Carlino (2013) afirma que las competencias o habilidades de lectura y escritura no solo son vías de comunicación, sino que constituyen estrategias docentes privilegiadas para el desarrollo cognitivo. Esta autora, al profundizar sobre la alfabetización académica, afirma: “*leer y escribir forman parte del quehacer profesional / académico porque elaborar y comprender escritos son los medios ineludibles para aprender los contenidos conceptuales de las disciplinas que estos estudiantes deben conocer*”.

En nuestro caso interesa, además del enfoque de la escritura y lectura técnica y su dimensión comunicativa, el desarrollo de la argumentación y el fuerte peso que tiene la expresión oral y escrita en la construcción y consolidación de conceptos y redes de conceptos.

El desarrollo de estrategias de resolución de problemas no cerrados, junto con el diseño de soluciones, la reflexión activa y la argumentación sobre lo realizado, son parte del proceso de formación profesional y podemos afirmar que ambas competencias: la resolución de problemas y el desarrollo de competencias comunicativas, son parte crucial de la alfabetización académica de los profesionales de la Ingeniería.

III. EL CASO PLANTEADO

El caso analizado se trata de una actividad de diseño y modelado, que implica el grado más complejo e integrador dentro de la habilidad de resolución de problemas exigibles en una materia básica y, en nuestro caso, la situación problema se ha acotado y adaptado para que sea accesible a los conocimientos y posibilidades de los estudiantes de Física II.

Varias estrategias destinadas a cambiar las prácticas de enseñanza, se fueron desarrollando y ensayado de manera sistemática en cursos “piloto” de Física II. Desde 2011 se diseñaron entornos (virtuales) de aprendizaje, nuevas prácticas (tanto en formas de enseñanza como en actividades de laboratorio) y actividades dentro del aula virtual para promover aprendizajes más significativos (Bender, 2012).

El primer problema planteado fue el diseño de un termómetro de dilatación. Se indicaba, a los estudiantes el rango de temperaturas de operación del mismo y los estudiantes debían elegir el líquido termométrico, hacer una búsqueda documental en la web sobre sus propiedades, y con ellas definir las dimensiones del bulbo y de la columna. La actividad se planteaba de una clase para la siguiente y luego se debatía la solución hallada en grupos. Una vez alcanzada una solución satisfactoria cada grupo de estudiantes escribía un informe breve explicando las características de la solución alcanzada y haciendo una reflexión acerca del proceso de resolución.

En siguientes versiones se fueron agregando pequeñas complejidades y se pasó de problemas de dilatación a situaciones de intercambio térmico, porque éstas podían plantearse de manera más abierta -con más parámetros a definir en el proceso- y por ello implicaban mayores desafíos en la toma de decisiones y se relacionaban mejor con situaciones cotidianas o profesionales.

En todos los casos, siempre estuvo presente la doble dimensión de habilidades a desarrollar, tanto las de resolver como las de comunicar. La actividad nunca consistía solo en llegar a un resultado numérico, sino en buscar una posible solución y poder comunicarla a docentes y a compañeros, reflexionando sobre las necesarias idas y vueltas transitadas, hasta llegar a las decisiones tomadas en el proceso de resolución y las razones por las cuales se adoptaron.

Un hallazgo de este itinerario previo fue la importancia de que el proceso de resolución se produjera en grupos de entre 3 y 4 integrantes. De este modo, no solo se compartía la tarea estableciendo las responsabilidades personales, sino y, sobre todo, se generaba un espacio en la cual compartir las decisiones, los debates y los argumentos, posibilitando las condiciones para un aprendizaje colaborativo.

A continuación, se muestra la situación problema actual, tal como se la planteó a los grupos de estudiantes en los últimos dos años.

Se desea climatizar dos ambientes como los de la Figura 1 durante 10 horas por día. La temperatura media exterior es de 10°C y se desea mantener una habitación a 20°C promedio y la otra a 15°C. (Puede desprejiciarse el transitorio térmico de estabilización de temperatura)

Resuelva la situación definiendo:

- Las dimensiones de la habitación (alto, largo y ancho)
- Las dimensiones de las ventanas y puerta (ancho, alto y espesor)
- Los materiales de las paredes, techo, piso, ventana y puerta.

En base a ese diseño, calcular:

- la potencia de la/las estufas a colocar para mantener los valores de temperatura deseados en cada habitación durante el tiempo estipulado.*
- el costo en pesos total de consumo de energía por haber utilizado la estufa durante el período mencionado.*

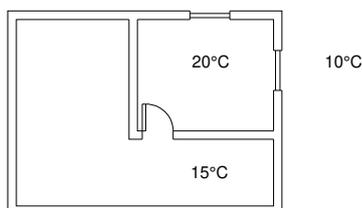


Figura 1. Vista en planta esquemática. Se muestra la ubicación de puertas y ventanas, así como las temperaturas medias de cada habitación y del exterior.

Aspectos formales para la realización del informe

- El informe del trabajo deberá ser claro, conciso y correctamente redactado.
- Las pérdidas de calor a través de las paredes deberán considerar al menos, conducción y convección, tanto interna como externa.
- Las fuentes de las que se obtuvieron los datos para el diseño (calores específicos, conductividades, etc.) deberán ser explícitamente comunicados.
- El informe debe ser entregado en formato digital (MS Word o PDF) e impreso en hojas A4.
- Los grupos tendrán un máximo de 3 integrantes.

Junto con el enunciado del caso a resolver se indican a los estudiantes los distintos aspectos que se evaluarán:

- Correcta expresión escrita (vocabulario técnico y coloquial),
- Organización y completitud del informe,
- Justificación del modelo adoptado;
- Descripción de la metodología de resolución de los cálculos;
- Utilización correcta de unidades de acuerdo al SI;
- Utilización correcta de gráficos y tablas;
- Bibliografía y referencias completas y con formato según normas APA;
- Reflexión final acerca de resultados y conclusiones.

A. Los objetivos propuestos y las condiciones necesarias

La consigna indica que el problema planteado debe resolverse de manera grupal -el desarrollo de habilidades y actitudes propias del trabajo grupal es parte de los logros buscados- pudiendo trabajar a lo largo de tres o cuatro semanas en las que se disponen los tiempos, espacios y recursos necesarios para que los estudiantes pueden preguntar, hacer entregas parciales y consultas a los docentes. Este es un punto crucial en el camino de construcción de las habilidades que se proponen en la actividad, ya que en este intercambio entre profesores y estudiantes se da un proceso de reflexión conjunta que enriquece la tarea para los estudiantes y que da pistas a los docentes acerca de las verdaderas dificultades y los logros que van evidenciando los estudiantes.

Es importante resaltar que, además de la resolución “física” del modelo de intercambio térmico descrito más arriba, los estudiantes deben indagar de manera autónoma-búsqueda documental en libros, manuales o sitios de internet- acerca de cuáles serían los materiales más convenientes, hallar los valores de sus propiedades térmicas y su costo, tomando decisiones y llegando a acuerdos entre compañeros.

En términos de las mencionadas habilidades, los objetivos de esta tarea (agrupados a los fines de la descripción, en conceptuales, procedimentales y comunicativos) son los siguientes.

En la *dimensión conceptual*, que los estudiantes conozcan y utilicen:

- La noción de temperatura y calor, sus diferencias y las unidades en que se expresan.
- La noción de flujo calórico entre fuentes a distintas temperaturas.
- Las leyes de Fourier y de Newton referidas a la transmisión del calor.

En la *dimensión procedimental*, que los estudiantes sean capaces de:

- Determinar los mecanismos primordiales de intercambio de calor que intervienen en un proceso de flujo calórico.
- Efectuar cálculos matemáticos algebraicos y analíticos que permitan llegar a resultados adecuados y expresarlos en unidades consistentes.
- Efectuar los cálculos pertinentes para poder calcular el flujo calórico entre dos fuentes.
- Analizar y describir el intercambio térmico entre dos fuentes y sus parámetros a partir de gráficos.
- Realizar pequeñas investigaciones propuestas por el docente para resolver un problema.

En la *dimensión comunicativa/social*(referente al trabajo grupal y al trabajo con textos, problemas y estrategias de trabajo), que los estudiantes puedan:

- Describir con sus palabras la situación planteada en un problema y los pasos necesarios para su solución.
- Usar nociones de termodinámica para describir y explicar ejemplos concretos o cotidianos.
- Dar razones y argumentos para fundamentar la factibilidad de procesos.
- Producir un informe escrito que dé cuenta de mediciones y resultados efectuados en una práctica específica.
- Trabajar de manera colaborativa y cooperativa llegando a acuerdos y consensos para la elaboración de una tarea.

Puede verse, tanto en el enunciado como en las dimensiones a evaluar, que no se trata solo de dar una respuesta correcta a la situación, sino que los estudiantes deben decidir las dimensiones de las habitaciones, plantear un “modelo” de intercambio térmico entre las habitaciones y entre la casa y el exterior, para lo cual deben realizar una búsqueda documental de los valores de conducción y conexión de diversos materiales de uso corriente. Terminados los cálculos y acordados con el docente, los grupos proceden a la elaboración de un informe con formato especificado.

IV. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Tan importante como la propuesta y sus objetivos es mostrar de qué manera son evaluados los trabajos de los estudiantes y el papel de la evaluación en el desarrollo de las habilidades propuestas, mostrando la coherencia entre los objetivos planteados y la forma de evaluación.

En este caso, la actividad implica el desarrollo de una propuesta, su explicación y la comunicación de los resultados y por lo tanto, no se evalúa un producto aislado sino el proceso y la forma en que se ha llegado al resultado buscado.

Como señala Sanmartí (2007)

...uno de los objetivos de la evaluación es tomar decisiones y estas se relacionan fundamentalmente con dos tipos de finalidades:

(unas) de carácter social, orientadas a constatar y certificar, ante los alumnos, los padres y la sociedad en general, el nivel de unos determinados conocimientos al finalizar una unidad o una etapa de aprendizaje. Es la evaluación sumativa y tiene una función de selección y orientación del alumnado.

(las otras) de carácter formativo, pedagógico o reguladoras, orientadas a identificar los cambios que hay que introducir en el proceso de enseñanza para ayudar a los alumnos en su propio proceso de construcción del conocimiento. (Sanmartí, 2007, p. 21)

En el caso expuesto, se trata de una evaluación formativa que, como dice Sanmartí (2007), también es formadora porque

La función del profesorado se debería centrar, pues, en compartir con el alumnado este proceso evaluativo[...] El docente no solo es quien enseña ‘corrige’ los errores y ‘explica’ la visión correcta [...] sino que es el propio alumno quien se evalúa, a partir de las actividades propuestas con este objetivo específico. (Sanmartí, 2007, p. 21)

Para la valoración del trabajo se utiliza una rúbrica que los estudiantes conocen al iniciar el trabajo y que les permite autoevaluar sus logros y regular el proceso.

La rúbrica de evaluación, que se construyó a lo largo de las sucesivas implementaciones de la actividad, inicialmente estaba destinada a ser una manera de unificar criterios de corrección, pero ha demostrado ser un excelente instrumento de autorregulación de las tareas para los estudiantes, quienes pueden ir cotejando lo realizado y decidir en qué medida alcanzan los objetivos de la actividad.

Las sucesivas devoluciones de los trabajos que hacen los docentes, con base en la rúbrica, dan información a los estudiantes acerca de las “regulaciones” necesarias para lograr el resultado y, además, a lo largo de las distintas implementaciones, han brindado elementos a los docentes para modificar o ampliar, como hemos comentado, tanto la actividad como los tiempos y los tipos de intervención de los docentes.

Esta ida y vuelta de entregas y devoluciones, como dicen Sanmartí (2007) logra que “*La evaluación sea el motor del aprendizaje, ya que de ella depende tanto qué y cómo se enseña, como el qué y el cómo se aprende.*” De esta manera se logra que la evaluación no sea solo una manera de clasificar y calificar, sino que su finalidad sea la regulación tanto de la enseñanza como del aprendizaje, tanto de las dificultades y errores del alumnado, como del proceso de la enseñanza.

V. RESULTADOS

Desde el aspecto cuantitativo, los estudiantes que realizan la actividad, en un 90% la completan de manera exitosa, en tiempo y forma -en un máximo de cuatro entregas-con informes y conclusiones que dan cuenta tanto de los pasos seguidos como de interesantes reflexiones sobre las dificultades de abordar “problemas reales”, logrando desempeños cognitivos, comprensivos y comunicativos muy superiores a los problemas e informes tradicionales.

Un resultado importante es que, al trabajar sobre este problema, además de aprender los contenidos tradicionales, los estudiantes desarrollan interesantes habilidades de modelado y diseño. En algunos casos hacen consideraciones adecuadas acerca de la relevancia cuantitativa de los mecanismos de transmisión involucrados en el problema (por ejemplo, analizan por su cuenta el impacto relativo de considerar o no la radiación y la convección frente a la conducción en las paredes). También a modo de ejemplo en lo que hace al modelado, cabe comentar que varios de los grupos se han preguntado y han consultado acerca de cómo considerar el intercambio de calor por convección en las esquinas de la habitación, donde la geometría no corresponde a los modelos tratados en los libros.

Para conocer los logros y obstáculos del aprendizaje podemos “escuchar” a los estudiantes hablar sobre las dificultades que enfrentaron y los logros que sienten haber alcanzado. Para ello se implementó una encuesta virtual y anónima de la cual, a modo de ejemplo, mostramos algunas de las opiniones más significativas. Respecto de las dificultades y apoyos, los estudiantes creen que:

Al principio, al no estar restringido nada para la resolución, tenía tantas opciones para realizar el galpón que no sabía con cual quedarme. Terminé empleando un diseño que me era familiar

Me encontré con el problema de no saber por dónde empezar, qué se necesitaba desarrollar. Qué era lo más importante en este trabajo práctico. Así también como me encontré con la pregunta de qué materiales utilizo, si están bien.

Las principales dificultades a la hora de empezar fue el gran abanico de tareas a realizar que se tenía, la búsqueda de información, la comprensión del marco teórico, el informe presentado mediante una forma específica. La solución fue organizarse desde un principio con los miembros de grupo, dividir la búsqueda de información y realizar una puesta en común más adelante sobre los conocimientos que aportaba cada uno.

El mayor apoyo fue el libro proporcionado por la cátedra que explica, de una forma fácil de entender, como funciona la transmisión de calor, además de la explicación y los ejercicios de mamposterías realizados en clase.

Cuento con el apoyo de mis compañeros de grupo y con los profesores. Estaría bueno poder tener más oportunidades de clase de consulta sin tener que interrumpir las clases de la cursada.

Respecto de logros y aprendizajes, las opiniones de los estudiantes son:

La tarea te hace relacionar la realidad con lo que ves actualmente en física. La idea es muy buena porque ves para que realmente la podés implementar en la vida cotidiana o en tu lugar de trabajo.

Pude aprender lo importante que es la elección de los materiales a la hora de construir una vivienda, ya que lo barato termina saliendo caro.

Tomar conciencia de la importancia de la física en la vida cotidiana, saber que a la hora de necesitar calefaccionar un ambiente y que este se aproveche al máximo requiere de ciertos cálculos.

Obviamente se aprendió sobre calefacción de una casa, rendimiento de una estufa, presupuesto mínimo para lograr una temperatura adecuada en el hogar y cómo influye el correcto diseño de una vivienda en todo lo anterior.

Entender un poco más cómo funciona la metodología a la hora de hacer algo como unas habitaciones. Obviamente se comprende que es más complicado, pero da una idea de por donde se plantea este tipo de cuestiones.

VI. CONCLUSIONES

La actividad propuesta resulta muy provechosa desde varias perspectivas y atiende a los objetivos propuestos en las dimensiones descriptas:

- Como ya señalamos, desde el punto de vista de los aprendizajes conceptuales y procedimentales los estudiantes que realizan la actividad en un 90% la completan de manera exitosa, en tiempo y forma haciendo uso correcto tanto de las nociones conceptuales de la termodinámica, como de las ecuaciones involucradas y expresan los resultados unidades pertinentes.
- Los estudiantes no solo resuelven correctamente el problema planteado, sino que, al trabajar sobre el mismo, además de aprender los contenidos tradicionales, hacen interesantes reflexiones sobre la adecuación de los modelos estudiados a las situaciones “reales”.
- En la dimensión comunicativa, en el trabajo sobre la situación planteada y en la elaboración de los informes los estudiantes desarrollan competencias comunicativas que pueden apreciarse en la calidad de la redacción, en el uso de tablas como manera sintética de comunicar resultados numéricos, y en las reflexiones que vuelcan en sus informes. Las conclusiones que los estudiantes vuelcan en sus informes dan cuenta de verdaderas reflexiones metacognitivas sobre el proceso de trabajo.
- Desde el punto de vista motivacional, los estudiantes expresan su satisfacción con este tipo de actividades manifestando que les gustaría que en “otras materias se hicieran actividades parecidas”.

Por otra parte, a medida que avanzan en el proceso de resolución, los estudiantes superan sus dificultades y se comprometen con la tarea logrando una muy buena participación y motivación además de una excelente integración de saberes y aproximación al trabajo con problemas propios del futuro quehacer profesional.

La actividad resulta motivadora y los estudiantes se alegran de poder abordar “problemas reales” usando lo aprendido, aunque reconocen que no basta con la motivación, sino que es igualmente importante el estudio y el tiempo para poder resolverlo y así lo expresan en la encuestas usando palabras como: *Interesante, desafiante, útil y trabajo en equipo*, pero también mencionan con igual intensidad la importancia de dedicarse a resolverlo usando palabras como: *laborioso, dificultoso, comprensión, diseño, organización, tiempo y criterio*.

Tanto los profesores como los estudiantes valoran la posibilidad de no resolver siempre situaciones “idealizadas” sino de poder emprender problemas reales y así lo han expresado las voces de los estudiantes cuando señalan la importancia de incorporar lo cotidiano en el aprendizaje de la Física tanto en los problemas como en la indagación.

Por último, la incorporación de la rúbrica de evaluación y el hecho de haberla compartido con los estudiantes ha sido bien visto tanto por los profesores que expresan la importancia de contar con criterios compartidos y “escritos” como por los estudiantes que manifiestan haberla usado como herramienta de regulación de su tarea: “*Lo resolví consultando, leyendo la rúbrica y planteándome un informe en donde expliqué lo que me parece necesario para que cualquier persona que lo leyera lo pudiera entender.*”

Podemos concluir que la implementación de este tipo de actividades no cerradas y contextualizadas presenta un desafío accesible a los estudiantes y permite aprender a resolver problemas usando modelos adecuados y comunicar sus resultados que son algunas de las competencias más importantes a desarrollar en los cursos de física básica.

REFERENCIAS

Becerra Labra, C., Gras-Martí, A., y Martínez-Torregrosa, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 275-286.

Bender, G., Defago A. E., Giangioffe, A. (2012). Aula Virtuales para la Permanencia. *IPECYT 2012*. Abril 2012, Rosario, Argentina.

Carlino, P. (2013). Alfabetización académica diez años después. *Revista mexicana de investigación educativa*, 18(57), 355-381.

CONFEDI (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina.

Dolmans, D. H., De Grave, W., Wolfhagen, I. H., y Van der Vleuten, C. P. (2005). Problem-based learning: Future challenges for educational practice and research. *Medical Education*, 39(7), 732-741.

Escribano, A. y Del Valle, A. (2008). *El aprendizaje basado en problemas (ABP) Una propuesta metodológica en Educación Superior*. Madrid: Narcea.

Flores Aguilar, M D. (2014). La competencia comunicativa escrita de los estudiantes de ingeniería y la responsabilidad institucional. *Innovación Educativa*, 43-59.

Guisasola Aranzabal, G. y Garmendia Mujika, M. (2014). *Aprendizaje basado en problemas, proyectos y casos: diseño e implementación de experiencias en la universidad*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua.

Kindelán, M. y Martín, A. (2008). Ingenieros del siglo XXI: importancia de la comunicación y de la formación estratégica en la doble esfera educativa y profesional del ingeniero. *Arbor*, 184(732), 731-742.

Okulik, N. B. (2009). Aprendizaje basado en problemas. Una experiencia con alumnos de carreras de Ingeniería. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 19, 65-73.

Sanmartí, N. (2007). *10 Ideas clave. Evaluar para Aprender*. Barcelona: Graó.