



Universidad Nacional de La Plata

Especialización en Docencia Universitaria (Modalidad a Distancia)

Trabajo Final Integrador

Título: *INCLUSIÓN DE PROBLEMAS ABIERTOS EN LAS CLASES PRACTICAS DE TERMODINAMICA: UNA INNOVACIÓN*

Autor: *Natali, Osvaldo*

Director: *Mgter. Ing. María Gabriela Duran*

Codirector: *Esp. Ana María Ungaro*

Año: 2021

INDICE

TEMA	PAGINA
RESUMEN DEL TRABAJO	3
CARACTERIZACIÓN DEL TEMA- CONTEXTUALIZACIÓN- JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	12
MARCO CONCEPTUAL DE LA INNOVACIÓN	13
PROPUESTA DE INNOVACIÓN	23
CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFIA	33
ANEXOS	35

Resumen del trabajo

El propósito de este trabajo es la inclusión de *problemas abiertos* para la enseñanza de la termodinámica, a fin de superar prácticas tradicionales en las clases y posibilitar el desarrollo de otras capacidades en los estudiantes, como creatividad, trabajo en equipo, capacidad de análisis, entre otras. Actualmente las clases prácticas de la asignatura Termodinámica se llevan a cabo según la siguiente dinámica: el docente a cargo de los trabajos prácticos realiza una breve introducción teórica del tema, resuelve uno o dos ejercicios tipos, similares a los de la Guía de Trabajos Prácticos y posteriormente invita a los estudiantes a resolver problemas de tipo cerrado; estos planteos se caracterizan por presentar todos los datos y se arriba a única solución. Los estudiantes, en esta propuesta, se limitan a seguir pasos para resolver los problemas; la intervención que tienen en la clase es a los fines de preguntar si el procedimiento seguido es el correcto o bien si las expresiones matemáticas utilizadas son las adecuadas, dejando de lado aspectos más importantes, como por ejemplo las distintas variantes para alcanzar la solución y el posterior análisis de esta.

En el marco de este Trabajo Final Integrador, la intención es proponer una innovación a partir del planteo de problemas *abiertos* que acercan situaciones complejas y conflictivas que presentan características tales como: no brindar en el enunciado todos los datos o en casos extremos no contener ninguno, pues quien resuelve es el que define los mismos y por lo tanto no tener una única solución.

Este tipo de situaciones es la que se le presentará al estudiante en su futura actividad profesional como ingeniero y es necesario que adquiera capacidades inherentes para enfrentar este tipo de situaciones desde los primeros años de su carrera para luego poder aplicarlas en asignaturas del ciclo superior donde la forma de trabajo se asemeja más a la actividad como profesional de la ingeniería en todas sus ramas.

Caracterización del tema/problema, contextualización y justificación

En la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales perteneciente a la Universidad Nacional de Córdoba es la segunda Facultad más antigua de la Universidad Nacional de Córdoba, a la cual asisten aproximadamente 25000 estudiantes de distintos puntos del país y de países Latinoamericanos. Dentro de la Universidad Nacional de Córdoba, es la más amplia en lo que se refiere a la oferta educativa; se cursan en total 15 carreras: Biología, Profesorado de Biología, Geología, diez carreras de ingeniería (Mecánica, Electromecánica, Industrial, Civil, Aeronáutica, Computación, Biomédica, Química, Agrimensura y Ambiental)), una tecnicatura superior (Técnico Mecánico Electricista) y la carrera de Constructor. Las diversas carreras están al amparo de Escuelas que son los organismos dentro de la Facultad que definen las características del perfil de los egresados de las diversas carreras, los planes de estudio y el campo de acción de los distintos títulos (grado de incumbencia en el ámbito profesional). Las asignaturas en todas las carreras son de carácter semestral excepto en la carrera de Técnico Mecánico Electricista que se dictan bajo el régimen anual. En general en las carreras mencionadas el desarrollo de las actividades áulicas se realiza bajo las modalidades de clases teóricas, clases prácticas y clases de laboratorio (en algunas carreras). Las clases teóricas están a cargo de los Profesores Titulares, Asociados y Adjuntos y las clases prácticas y de laboratorio la llevan adelante los Profesores Auxiliares y Ayudantes.

La tradición en nuestra Facultad, en lo referido a la forma de enseñanza, es mantener la llamada “forma clásica” para el dictado de las clases; por un lado, se dictan las clases teóricas magistrales que por lo general son clases masivas donde asisten en promedio aproximadamente 200 estudiantes y las dictan solamente los profesores Titulares, Asociados y/o Adjuntos de la Cátedra. Esta modalidad es frecuente en las asignaturas del ciclo básico.

El desarrollo de los teóricos se sustenta en la exposición por parte del profesor de los contenidos teóricos / científicos que incluyen desarrollos matemáticos; por lo general utiliza el pizarrón o el recurso tecnológico PowerPoint. Cuando finaliza el tema correspondiente, los/as estudiantes pueden hacer preguntas sobre lo desarrollado. Pocas veces se da la interacción con los estudiantes durante la exposición del profesor. Las clases

teóricas tienen una duración que varía de 2 (dos) a 3(tres) horas. Durante el año pasado y lo que va transcurrido de 2021 y a pesar de realizar el dictado de manera virtual, los tiempos de dictado no se han modificado¹. Esta última afirmación es corroborada por la mayoría de los docentes que dictan los teóricos. Y en relación con la forma de dictado virtual, no ha variado mucho con la que se desarrolla en la presencialidad: podemos decir, que se ha trasladado sin muchos cambios sustanciales lo presencial a lo virtual, es decir se replica la metodología casi sin ninguna adecuación. Según la asignatura, se desarrollan una o dos clases teóricas semanales.

Luego de recibir las clases teóricas, los/as estudiantes asisten a las prácticas que según la asignatura, además de trabajar con ejercicios y problemas, también se desarrollan trabajos de laboratorio. En estas clases, los estudiantes se dividen en comisiones de 40 estudiantes aproximadamente y es dictada por los Profesores Asistentes y/o Profesores Ayudantes. En los prácticos por lo general el profesor desarrolla ejercicios en el pizarrón detallando los pasos necesarios para alcanzar la solución. Los ejercicios trabajados se encuentran en las guías de trabajos prácticos elaborada por la cátedra. Una vez finalizado el desarrollo del profesor, los/as estudiantes se abocan a la tarea de realizar los ejercicios restantes, consultan al docente en caso de encontrar dificultad durante el proceso de resolución de estos. El trabajo por lo general se realiza en forma individual y eventualmente en forma grupal.

Cuando las clases practicas son exclusivamente de laboratorio, los estudiantes trabajan por lo general en grupo, desarrollando los laboratorios propuestos en una Guía de Laboratorio preparada por la cátedra.

Los prácticos se desarrollan en un tiempo que varia entre 2 horas y 3 horas según la cátedra cuando se trabaja en forma presencial: con el advenimiento de la virtualidad, el desarrollo es similar a la forma presencial cuando se trabaja con ejercicios (se traslada lo presencial a lo virtual con muy pocas adecuaciones). En el caso de los laboratorios, por lo general se trabaja con simulaciones en la virtualidad.

¹ Desde el año pasado debido al aislamiento por la situación de pandemia por Covid-19 las clase tanto teóricas como practicas se han dictado en forma exclusivamente virtual sin adecuación, en algunos casos, de la carga horaria.

Muchas veces, lo que se trabaja en las clases teóricas no se relaciona con las clases prácticas; pareciera como que son dos asignaturas distintas, aunque cabe aclarar que esta situación no se dá en todos los temas. Y muchas veces los/as estudiantes no logran relacionar teoría con práctica, algo que es esencial para su futuro como profesionales.

Buscando acercar a los/as estudiantes a una forma de trabajo similar a la que realizaran como futuros profesionales intentando acercar y articular la teoría y la práctica, se propone una innovación en las clases prácticas a partir de incorporar *situaciones problemáticas abiertas* en las cuales la participación de aquellos adquiere mayor relevancia en el sentido de que son los principales protagonistas del proceso de enseñanza y aprendizaje. El docente, en el marco de esta innovación, tiene una función diferente orientada a la coordinación como tutor o guía durante la resolución de las actividades. Este tipo de trabajo con situaciones reales permite a los estudiantes recuperar conceptos teóricos relevantes y ponerlos a disposición para la resolución de problemas como así también acercar la teoría y la practica para superar la fractura entre ambas y que dejen de ser cuerpos de conocimientos separados.

La asignatura para la que se propone esta innovación es Termodinámica. Esta se dicta a estudiantes que están cursando el tercer año de las carreras de Ingeniería Mecánica, Mecánica Electricista y Aeronáutica y el cuarto año de la carrera de Ingeniería Civil. Los contenidos para estas carreras son similares aunque la diferencia está en la carrera de Ingeniería Civil en donde, la asignatura no abarca los contenidos referidos a motores y se incluye el tema de Transferencia de Calor, que en las otras carreras no está tratado con la misma profundidad.

La asignatura Termodinámica pertenece al Departamento de Física de la Facultad, en el cual hay asignaturas de física básica (Física I y II para las carreras de ingeniería, geología y biología y Física III para algunas carreras de ingeniería) y asignaturas de física aplicada, como Mecanica Racional, Mecánica Analítica y Termodinámica.

Termodinámica no está exenta en lo referido al desarrollo de las clases que se describió en párrafos anteriores; las mismas se basan en el modelo *tradicional*; es decir, clases *teóricas* por un lado y clase *prácticas* por otro. La carga horaria se distribuye en *tres horas* semanales para las clases teóricas y otras *tres horas*, también semanales para las clases prácticas, dictándose ambas en distintos días. Las clases teóricas se desarrollan a manera de *seminarios* donde se abordan los conceptos físicos básicos de la asignatura y las

expresiones matemáticas que modelan los distintos procesos termodinámicos, propuestos en los contenidos conceptuales de la asignatura y que se reflejan en el programa. Luego, en las clases prácticas se desarrollan actividades centradas principalmente en la resolución de problemas y ejercicios que tienen como objetivo poner en juego los conceptos físicos y las expresiones matemáticas desarrolladas en las clases teóricas. Cabe aclarar que el docente que dicta las clases teóricas no es el mismo que dicta las clases prácticas, aunque los dos trabajan con el mismo grupo de estudiantes.

Durante el primer semestre la cátedra atiende aproximadamente 200 estudiantes divididos en tres comisiones: dos pertenecientes a la carrera de Ingeniería Civil y uno correspondiente a la carrera de Ingeniería Mecánica y Mecánica Electricista. En el segundo semestre, se mantienen las dos comisiones de Ingeniería Civil y una comisión de Ingeniería Aeronáutica, manteniéndose la misma cantidad de estudiantes que en el primer semestre.

En modalidad de las clases prácticas, el docente suele comenzar realizando una breve introducción teórica en la cual menciona y escribe en el pizarrón cuales son las expresiones matemáticas para utilizar durante el desarrollo de los ejercicios. Si el tema lo requiere, el docente informa sobre las tablas y gráficos a utilizar para el abordaje de los ejercicios propuestos. A continuación, el docente resuelve un problema *modelo*, proponiendo una metodología de resolución. Posteriormente, los estudiantes abordan ejercicios y problemas similares al propuesto por el profesor. Estos ejercicios y problemas se presentan en una *guía de problemas* que los estudiantes tienen como material de estudio.

Con esta dinámica de trabajo, los estudiantes se limitan a tomar apuntes y resolver ejercicios; 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 profesor termina por resolver los problemas en la pizarra. Esta modalidad de trabajo se adopta en todas las unidades del programa. El papel protagónico lo tiene el docente, quedando el estudiante en un segundo plano. Esto está relacionado con la enseñanza basada en la retórica como se indicó en donde el docente es el depositario de la verdad y los/as estudiantes se asemejan a jarras que hay que llenar.

Es interesante aclarar que los problemas que se plantean en la guía de estudio presentan la característica de ser *cerrados*, es decir, contienen todos los datos y se arriba a una sola solución, con lo cual el estudiante se limita a buscar las expresiones matemáticas que modelan el fenómeno y que permiten obtener el resultado correcto. En los exámenes parciales y finales de la asignatura ocurre que se suelen tomar problemas cerrados, generalmente tres, en donde uno de ellos se ha resuelto en clase; no obstante, hay un alto índice de reprobados, de aproximadamente un 60 %. y los que acreditan la asignatura lo hacen con una calificación que alcanza apenas el *suficiente*.

Esta forma de trabajo dificulta apreciar si los estudiantes han aprendido de manera profunda los conceptos de la asignatura y si realmente saben aplicarlos al análisis de situaciones un poco más complejas, como realmente ocurre en el ámbito de su futura vida profesional. Si bien los ejercicios cerrados ayudan a adquirir técnicas de resolución, tienden a ser repetitivos y no son suficientes para saber si los estudiantes tienen capacidad para tomar decisiones frente a situaciones más reales, ya que los ejercicios muchas veces presentan una estructura no muy cercana a la realidad.

Esta innovación se aplica a la forma de trabajo en el aula incorporando situaciones problemáticas que se asemejen a la forma de trabajo del ingeniero: los problemas abiertos y como Profesor Adjunto de Termodinámica, me interesa analizar como los estudiantes transfieren los conceptos teóricos al análisis y resolución de problemas, como justifican cada acción realizada durante la resolución y que criterios tienen en cuenta al momento de discutir la solución de aquellos.

Los *problemas abiertos* presentan la característica de no brindar en el enunciado todos los datos y en casos extremos no contener ninguno, por lo que el resolutor debe definir estos en base a conceptos que ya tiene incorporados o mediante indagaciones propias; 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, entendiendo a este concepto como “*una capacidad para movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones.*” (Perrenoud, P.2004 p.8). Este autor afirma que el concepto de competencia implica tener en cuenta cuatro aspectos: a) las competencias movilizan, integran conocimientos, habilidades o actitudes, b) la movilización de aquellos solo resulta adecuada *en situación* siendo cada situación única, c) ejercer una competencia implica

operaciones mentales complejas ancladas por esquemas de pensamiento que permiten determinar y realizar una acción adaptada a la situación y d) las competencias profesionales se crean durante la formación, con la actividad cotidiana del practicante en una situación de trabajo concreta. (Perrenoud, P. 2004 p.8).

Esta forma de trabajo, es decir la de utilizar problemas abiertos, es la que se le presentará al futuro egresado en su vida profesional y es necesario que adquiera esa capacidad de resolver *problemas abiertos* desde los primeros años de su carrera, ya que la profesión del ingeniero se caracteriza por resolver este tipo de situaciones. En los problemas abiertos, el resolutor debe primeramente pensarlo, tomar decisiones, establecer datos para acotar el problema, es decir concretarlo. La utilización de este tipo de problemas facilita la inclusión de aspectos de interés teórico-práctico; favorece el pensamiento divergente y la discusión entre pares. Este modelo se enmarca en el paradigma constructivista que tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes y persigue un cambio conceptual. En este sentido, Mario Carretero (2009, pag.145) afirma que uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para la asimilación de contenidos científicos, son las ideas previas que tienen los estudiantes sobre diversos fenómenos que los rodean; si se enseña ciencia al margen de las propias ideas que a menudo tienen los estudiantes, no se podrá lograr una verdadera asimilación de los contenidos escolares. Por otro lado, Pozo, J. & Echeverría, M. (2009, pág. 131) establecen que para que la enseñanza universitaria sea eficaz, tiene que apoyarse en nuevas formas de enseñanza que se relacionan con lo que en psicología del aprendizaje se define como aprendizaje constructivo que presenta dos características importantes en lo referido al aprendizaje: una de ellas orientada hacia la comprensión en lugar de promover la repetición y la otra se refiere al uso competente de los conocimientos adquiridos que le permitirán a los estudiantes enfrentar la resolución de problemas y tareas realmente nuevas, en lugar de limitarse a aplicar los conocimientos de forma rutinaria a ejercicios ya conocidos. Esto implica gestionar el conocimiento en contextos de incertidumbre que son formas más complejas y eficaces para aprender.

En lo referido a las innovaciones en el ámbito educativo, me interesa reflexionar en torno a lo que significa innovar y para ello tomo los aportes de Zabalza (2012 p.141) ya que involucra a los docentes de la Cátedra principalmente y también al Departamento en donde esta circunscripta la asignatura, en el sentido de que debe estar informado sobre las modificaciones que implica la aplicación de esta nueva forma de trabajo. Este autor afirma

que parece de sentido común decir que sin docentes innovadores no es posible la innovación, pero aclara que es una condición necesaria pero no suficiente; si bien la implementación final de las prácticas innovadoras corresponde a los profesores y profesoras, es necesario reconocer que cuando se pone en marcha tiene implicancias institucionales que tienen que ver, entre otras cosas, con la necesidad de recursos, espacios, tiempos institucionales y principalmente apoyo a nivel de Institución (Facultad, Departamento y Cátedra).

Recordemos que una innovación parte de lo individual o de un grupo de trabajo inicial y se proyecta a ámbitos más amplios. Se intenta con esta propuesta se busca realizar no solamente cosas nuevas sino cosas mejores (Zabalza, 2012 citado en Fernández Lamarra, 2015 p 36).

Por otro lado, la innovación curricular, es un proceso de transformación del Curriculum que comprende cambios sustantivos (epistémico-metodológico) en diferentes niveles de profundidad. Según Fullan (citado en Fernández Lamarra, 2015 p.34) una innovación consiste en un cambio de las practicas vigentes por otras nuevas, revisadas teniendo en cuenta dimensiones sustantivas y globales. Díaz Barriga (2012 p.109) sostiene que en las innovaciones incorporadas en los ámbitos educativos hay diversos posicionamientos y que se debe pensar el Curriculum como ideal de formación.

Con esta innovación se pretende mejorar la forma en que aprenden los estudiantes logrando un acercamiento entre lo teórico y lo práctico y de esa manera lograr despertar mayor interés al trabajar con situaciones “reales” además de los ejercicios y problemas a nivel académico necesarios para adquirir las técnicas adecuadas de resolución que después serán aplicadas a problemas enmarcados en un contexto real. Al respecto, Morandi (1997 p.7) resalta el hecho de que...” *fracasan muchos intentos sistemáticos de enseñar y aprender ciertas prácticas ...*” por desconocer que los principios que rigen la teoría y la practica son diferentes. Por lo general, no hay una recuperación concreta de las practicas que realizan los estudiantes para un posterior análisis para poder identificar las dificultades que tuvieron y la distancia que hay con la teoría. Los problemas abiertos permiten identificar dificultades de carácter tanto teórico como practico y de esa manera permite al docente saber que parte de los contenidos enseñados debe reforzar y replantear.

En lo referido a los contenidos de la innovación, Zabalza (2012 p.5) afirma que es necesario tener en claro que es lo que se pretende cambiar y en que profundidad. Además,

los contenidos de la innovación deben estar en concordancia con las prioridades del proyecto educativo que se desarrolle en la institución en función del perfil que se busca que tenga el egresado.

Objetivos

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar una guía de problemas abiertos para potenciar el análisis y la reflexión de las/os estudiantes en relación con la resolución de problemas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Involucrar a las/os estudiantes más activamente en el proceso de aprendizaje siendo los protagonistas de este.
- Fomentar la resolución de problemas de manera grupal y colaborativa.
- Recuperar y articular con conceptos previos a partir de problemas que integren contenidos de asignaturas anteriores.

Marco conceptual de la innovación

Introducción: La enseñanza como práctica compleja

Con frecuencia cuando se habla de enseñanza, la relacionamos con procesos dirigidos a la búsqueda de promocionar aprendizajes y experiencias significativas para los estudiantes. Sin embargo no debemos olvidar otras dimensiones y que influyen en el aprendizaje como lo institucional y lo contextual. La enseñanza, su razón de ser, está relacionada con las condiciones para que los/as estudiantes aprendan, en el sentido de facilitar y orientar los procesos de aprendizaje (Edelstein, G. 2020, Clase 4 p.1). Es por eso que al implementar una innovación en las clases, se deben tener en cuenta aquellas dimensiones.

Por otro lado no se debe olvidar que toda innovación debe tener presente que la relación triádica conocimiento-docente- estudiante se da en un espacio privilegiado que es el aula, lugar donde tiene lugar la realización de la escena pedagógica (Edelstein, G.2020, Clase 4 p. 2). Es allí donde se concretan las prácticas de enseñanza y las propuestas didácticas. La innovación que se propone también busca recuperar de una forma mas profunda el concepto de “habitar el aula” y no solo de ocuparla, es decir armar, desarmar y rearmar el espacio, en función de opciones con criterios construidos por los sujetos intervinientes ponderando alternativas y asumiendo decisiones. Habitar el aula implica ensayar diferentes propuestas para facilitar la expansión e intercambio entre los sujetos que la habitan y de esa manera poder valorar y validar otras prácticas y experiencias que se presentan en el aula. (Edelstein, G. 2020 Clase 4 p. 4).

Una clase, vista como actividad social, presenta una estructura en la cual ocurren eventos con una secuencia mas o menos definida y en un cierto orden. Como lo afirma Edelstein (2020, Clase 4 p.8) *“requiere de la atención mutua de los sujetos que en ella intervienen (profesores y estudiantes), para su inicio y de la cooperación en la producción de la secuencia de eventos para su desarrollo.”* En este sentido, la innovación que se propone busca entre otras cosas propiciar la participación en la clase, vista como proceso social en una comunidad particular como es el aula en donde ocurren acontecimientos comunicativos que tienen como base compartir significados. (Edelstein, G, 2020 Clase 4 p. 9). Además, busca fortalecer el concepto de *alteridad*; es decir, alterar lo dado. En este sentido, Edelstein afirma *“no debemos imaginar el conocimiento como un universo de conceptos y categorías incontaminados sin rupturas ni conflictos sin cosmovisiones contrapuestas ya que sabemos que todo ello se expresa en las relaciones del saber”* (Edelstein, G. 2020,

Clase 2, p. 3). La propuesta de utilizar problemas abiertos, en cierta medida busca favorecer aprendizajes emancipadores; es decir no promover que los/as estudiantes exitosos/as son los que repiten la que dicta el profesor sino buscar que construyan algo por sí mismos, buscando reconocer y recuperar la potencia de la curiosidad humana que transforma toda ignorancia en búsqueda. (Edelstein, G. 2020 Clase 2 p. 5)

Por otro lado, al enseñar una disciplina, se debería ir abandonando el enfoque tecnocrático en relación a lo metodológico; es decir dejar de pensar que hay un orden único, una sola manera de abordar los contenidos a modo de “recetas” preestablecidas que si se respetan como modelo, se alcanzará el éxito. Según esta mirada o sea con el conocimiento de pasos, en términos de puntos para su uso aunque aparentemente se pueda lograr una dinámica de mas participación por parte de los estudiantes no se resuelve que estos logren una comprensión genuina de los propósitos de la clase (Edelstein, G. 2020 Clase 6 p. 6). Los problemas abiertos, como metodología de enseñanza, conjuga técnicas, procedimientos, materiales didácticos y recursos se comportan como componentes operativos que se incluyen en el diseño de las clases.

Las situaciones problemáticas abiertas vienen por otro lado, a tender un puente entre la teoría y la práctica en el sentido de que resolver este tipo de actividades permita relacionar de una manera mas concreta los conceptos vertidos en las clases teórica con una situación concreta. Se reconoce en general, como lo afirma Morandi, G. (1997, p.1), *la falta de preparación de los egresados de las universidades para resolver problemas en sus primeros ámbitos de ejercicio profesional o la dificultad para insertarse en el campo profesional. Este hecho podría deberse entre otras razones, a la escasez de espacios de práctica en la formación, entendida esta como la oportunidad para desarrollar en instancias formativas las destrezas y competencias que supone el ejercicio profesional.*

Donald Schön (citado en Morandi, 1997, p.6) propone el diseño de situaciones de enseñanza y aprendizaje que el las define como “prácticum” que son situaciones pensadas y dispuestas para aprender una práctica. A partir de estas situaciones el estudiante aprende a evaluar la practica competente; diseña y reflexiona sobre lo realizado analizando casos o zonas indeterminadas de la práctica. En este sentido, los problemas abiertos cumplen con la definición de “prácticum”. Vistos desde la perspectiva de la psicología del aprendizaje, los problemas abiertos están vinculados con el llamado aprendizaje situado. Michael Streibel (citado en Morandi, 1997, p.6) plantea que esta perspectiva resalta el hecho que

“...determinados aspectos de la cognición cotidiana son esenciales en todo aprendizaje; dichos aspectos son: resolución de dificultades emergentes (emergent dilemas) más que como problemas predefinidos; utilización de los planes como recursos y limitaciones de la acción situada (en vez de prescripciones para la acción) y consideración de los significados como objetos de negociación social en contextos concretos.” Este autor aclara además que “un diseño basado en el aprendizaje situacional: utiliza los planes como recursos para orientar al que aprende hacia la acción, incluye el dialogo interpersonal para desarrollar las destrezas incorporadas, ayuda a los sujetos a problematizar una situación y resolver dificultades emergentes, así como desarrollar prácticas de discurso situadas, utilizan estructuras de cooperación para el aprendizaje y el lenguaje para construir la realidad física y social.”

El aprendizaje basado en problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje

El ingeniero es, en esencia, un resolutor de problemas. La actividad de la ingeniería se basa en la resolución de problemas de distinta índole y que involucra una serie de capacidades necesarias en aquel que le permita arribar a una solución de acuerdo con los requerimientos que implica el trabajo a realizar. En general utiliza y se vale de una metodología para encarar la resolución de los problemas que consiste en: primero, acota/ identifica el problema, se plantea una hipótesis con la inclusión de los datos de acuerdo con la naturaleza y característica del problema a resolver. En definitiva, realiza un análisis de la situación que debe resolver y planifica alternativas de resolución; es decir realiza un diseño previo para encarar la solución del problema. Una vez definida esa alternativa, comienza el proceso de resolución realizando sobre la marcha, las correcciones que crea conveniente para poder arribar a una solución que involucra aspectos técnicos y económicos. Es por eso que es importante que los estudiantes desde los primeros años de su carrera aborden los problemas poniendo en juego y practicas esta modalidad la que irán ejercitando y adquiriendo a lo largo de su trayecto como también desarrollaran habilidades inherentes a la resolución de problemas.

Se puede decir entonces, a grandes rasgos, que la metodología utilizada por un ingeniero para resolver un problema es la siguiente:

- Identificación del problema.
- Recolección de toda la información necesaria.
- Búsqueda de posibles soluciones.
- Realizar un diseño preliminar del proceso de solución.
- Evaluación y selección de la solución.
- Preparación de reportes preliminares y planos necesarios.
- Implementación de diseño.
- Elección final entre varias soluciones posibles que incluyan aspectos técnicos y económicos.

Ahora bien, ¿qué ocurre realmente en el aula? ¿qué panorama se le presenta al profesor que tiene por objetivo en el proceso de formación de sus estudiantes, la resolución problemas en su materia? ¿qué elementos debe tener en cuenta para preparar sus clases y generar condiciones propicias para la resolución de situaciones problemáticas y promover que los estudiantes adquieran esa capacidad? A partir de la concepción de que el ingeniero resuelve problemas, los docentes suponen que la enseñanza debe habilitar perse al egresado para resolver problemas de su especialidad (Jover, 2003). Esta idea se ve también reflejada en el aula porque también está en la mayoría de los planes de estudio de las carreras de ingeniería en los cuales se prioriza como objetivo la resolución de problemas en las distintas asignaturas. Además, esta idea está presente en los lineamientos para la evaluación y acreditación de las carreras planteadas por el CONFEDI como así también en los requisitos expresados por CONEAU para evaluarlas. (Jover, 2003). CONEAU, por su parte, destaca la importancia de la resolución de problemas al colocar en la Ficha Curricular con el nombre “Modalidad de Enseñanza” (Jover, 2003), un punto específico para establecer la cantidad de horas dedicadas a la resolución de problemas. Además, en “Anexos Resolución 1232” (Jover, 2003) en la parte que se indica como **Resolución de Problemas de Ingeniería** dice:

Los componentes del plan de estudios deben estar adecuadamente integrados para conducir al desarrollo de las competencias necesarias para la identificación y solución de problemas abiertos de ingeniería. Se define como problema abierto de ingeniería a

aquellas situaciones reales o hipotéticas cuya solución requiera la aplicación de conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnologías. (CONEAU, 2002^a:11). Aquí se reconoce que el ingeniero tiene que saber resolver problemas, pero no se reconoce que este es un contenido para enseñar.

Como lo afirma Edith Litwin (2008), *“el aprendizaje basado en problemas es una estrategia de enseñanza en la que se presentan y resuelven problemas del mundo real.”* (Litwin, E. 2008, p. 99). Según esta autora, son los estudiantes los que deben comprender la situación que se les plantea y cuales son sus alcances y establecer los pasos necesarios para su resolución; además problema presentado debe ser desafiante para inquietar e interesar y que sea posible encararlo; aquí se presenta un desafío para los docentes en el sentido de encontrar la adecuación del problema propuesto a las posibilidades cognitivas de sus estudiantes. Esta estrategia de enseñar utilizando problemas permite a los estudiantes encontrar con facilidad la relación de los conocimientos científicos con la vida real. (Litwin, E. 2008 p. 99).

Si bien las estrategias para llevar adelante este proceso son múltiples, el aprendizaje basado en problemas (ABP) estimula el saber, el “saber hacer” y el “saber ser”, es decir, abarca lo conceptual, lo procedimental y lo actitudinal. (Campaner y Gallino, 2008). El aprendizaje basado en problemas tiene como base principios de la corriente constructivista en los que Campaner y Gallino (2008, p. 22-23) afirman:

- *Aprender es una búsqueda de significado. Por lo tanto, el aprender debe iniciarse en eventos, situaciones, fenómenos, etc. alrededor de los cuales los estudiantes están intentando activamente construir significado.*
- *El significado requiere de la comprensión del todo, así como de las partes. Y las partes deben ser entendidas en el contexto de esos “todos”. Por lo tanto, el proceso de aprendizaje se centra en los conceptos primarios, no en hechos aislados.*
- *El ABP ofrece un espacio para comprender los modelos mentales que los estudiantes utilizan a fin de percibir el mundo y las justificaciones y fundamentos que asumen para apoyar esos modelos.*

La resolución de problemas se concibe como una estrategia; es una práctica de enseñanza y de aprendizaje, que define sus objetivos, que implica seleccionar técnicas en función de la situación que se aborda, que realiza constantemente una evaluación de la pertinencia y eficacia de los recursos que se emplean y que puede corregir el rumbo para no perder de

vista el fin. Para ello es primordial que la situación que se proponga sea *real*, es decir, que se le pueda presentar al estudiante una vez que egrese en su vida profesional para se pueda constatar que la respuesta a la que se arribe sea eficiente. Se insiste que la motivación debe estar presente: si la situación no provoca el interés de la persona, si la situación no es problemática para alguien, no hay resolución de problema, porque en un sentido estricto no hay problema. (Jover, 2003, p. 84)

Sin embargo, hechas estas consideraciones, surge la pregunta ¿cómo enseñamos a resolver problemas?

En un principio, se tratar de dejar de lado la clase magistral, es decir aquella donde el docente explica el tema y luego resuelve una serie de ejercicios de aplicación sobre lo dado. Enseñar a resolver problemas y más si son abiertos, implica un cambio en la mirada de como enseñar. En primer lugar utilizamos al problema en si para la adquisición de nuevos conceptos, utilizando aprendizajes previos y conceptos previos De esta manera, el estudiante pasa a ser el protagonista del aprendizaje mientras que el docente cumple la función de mediador, guía (Pozo, J. y Pérez Echeverría, M. 2009) La tarea del docente será la de construir problemas relevantes que le permitan al estudiante plantearse diversas soluciones del mismo (no necesariamente tiene que llegar a una única solución) y desarrollar en el criterios sólidos para la toma de decisiones, diversas habilidades de comunicación como pueden ser la argumentación y presentación de la información, aprender a trabajar colaborativamente en equipos de trabajo, diseñar estrategias para resolver problemas, adquirir habilidades para la evaluación y autoevaluación entre otras. Morales Bueno, P. y Landa Fitzgerald, V. (2004) afirman que los estudiantes de hoy deben estar preparados para incorporarse a un entorno laboral muy diferente al que existía 10 años atrás, por ejemplo; los problemas a los que se deberán enfrentar nuestros estudiantes traspasan las fronteras de la propia disciplina, lo cual lleva a plantearse enfoques innovadores y habilidades para resolver problemas complejos. Esto último lleva a la necesidad del trabajo colaborativo (grupos de trabajo); para ello es conveniente trabajar en clase con grupos reducidos (entre cinco y ocho estudiantes) lo que favorece la discusión en torno a los conflictos que puedan aparecer durante el proceso de resolución de una situación dada. Esto ayuda a que todos se responsabilicen en alcanzar los objetivos propuestos en el grupo. Esta responsabilidad, ayuda a la motivación del grupo de trabajo por llevar a cabo la tarea. Esto les permite adquirir práctica en el trabajo efectivo e intenso con variedad en

diferentes personas, para alcanzar acuerdos necesarios en el grupo que sirvan para arribar a una solución del problema acorde con los objetivos propuestos. Esto adquiere una importancia relevante en los problemas abiertos, ya que no hay una única solución a la que se puede arribar y encontrar la que mejor se adecue al problema propuesto implica realizar acuerdos entre los miembros del grupo de trabajo. Es por eso por lo que la situación problemática presentada por el profesor a los estudiantes debe ser lo más cercana a la realidad y con la que se enfrentaran en su vida profesional, lo cual proporciona una motivación para ellos. Este tipo de problemas les permitirá integrar varias disciplinas. Esto ayuda a la integración en un “todo” su aprendizaje.

Los problemas abiertos y el rol docente: un cambio sustancial

En relación con el docente, con la inclusión de problemas abiertos, este abandona su rol tradicional de ser el transmisor de conceptos exclusivamente y se convierte también en *tutor*. Esta no es una tarea sencilla, más para aquellos docentes que no están acostumbrados a trabajar con pequeños grupos de trabajo. La tarea del tutor no es ayudarlos a resolver el problema de manera directa; debe plantear preguntas que ayude a los estudiantes a cuestionarse para que ellos encuentren el mejor camino para manejar el problema. Por lo tanto, el profesor se transforma en un *facilitador* del aprendizaje de los estudiantes. Esto le permitirá también, a ser un profesional *reflexivo* de su propia práctica y su acción en el aula, que es el microcosmos donde se establece una especie de equivalencia entre enseñanza e intimidad del encuentro entre docentes y estudiantes (Edelstein, G. 2000, p. 3). En este proceso de reflexión por parte del docente, se debe incluir a los contenidos y como se presentan estos a fin de promover la comprensión y apropiación por parte de los/as estudiantes. En este caso, los problemas abiertos vienen a promover nuevas estrategias considerando los intereses de los estudiantes, como así también recuperar las ideas previas que estos traen y que procesos de desarrollo cognitivo realizan dentro de un contexto que es el aula universitaria, con todo lo que esta implica. En palabras de Glenda Morandi (citado en Edelstein, G. 2020 Clase 4 p. 5), “...*particularmente en la institución universidad y en nuestras prácticas docentes en ella, observamos que frecuentemente se habla de “las aulas universitarias” para dar cuenta de un ámbito relevante de la identidad institucional. Se condensan en esta expresión un conjunto diverso de significaciones y materialidades que tienen que ver con lo que ha acontecido en su historia y con lo que se trama en la cotidianeidad de estas instituciones...*”.

Cuando se hace referencia a la acción docente, se la contextualiza en el aula que es el ámbito privilegiado donde los/as docentes llevan a cabo su tarea de enseñar (Furlan y Remedi, 1981 citado en Edelstein. G., 2000 p.3)

Con la utilización de problemas abiertos le permite al docente recuperar los aportes de la perspectiva socio-antropológica en investigación educativa. (Edelstein, G., 2000 p. 3).

Además, como lo afirma Litwin (2008 p.100) *“si entendemos que el docente es quien diseña el currículo, su primera tarea consiste en identificar los temas relevantes del mismo.”* Por eso, cuando los docentes diseñan problemas deben analizar que contenidos se podrán abordar y que materiales pondrán a disposición de sus alumnos. Deberán indicar a estos el alcance de la tarea como así también el tiempo asignado, el tipo de trabajo que se espera y la forma de trabajo (p.e en grupos pequeños). Luego presentará el problema y *“...ayudará a los estudiantes a identificar lo que se sabe y lo que no se sabe con el objeto de formularlo con la mayor precisión posible.”* (Litwin, E., 2008 p.100-101). A partir de allí, el docente tiene la tarea de estimular a los grupos de trabajo buscando que se lleven a cabo procesos de colaboración entre los estudiantes. (Litwin, E., 2008)

Los problemas abiertos, la clase y el conocimiento

Los problemas abiertos indefectiblemente modifican la estructura de la clase. Como lo afirma Edelstein, G (2020, clase 4 p.7), una clase *“es una estructura global de actividad, episódica y a la vez configurativa”*. Cuando se habla de clase en realidad se la entiende como una propuesta didáctica. La configuración de la clase se modifica con la inclusión de este tipo de problemas de lo estructural (disposición material del aula y de los/as estudiantes) a lo didáctico, que en esta propuesta el protagonismo lo asumen de manera paulatina aquellos. Para ello se debe reconocer, *“...el grado de comprensión que alcanzan, tener en claro lo que saben y lo que les falta saber, cuales son las ideas sustantivas. Son los estudiantes los que deberán reunir y compartir la información con el objeto de generar posibles soluciones, evaluarlas y comunicar, finalmente, la solución a la que arriban.”* (Litwin, E., 2008 p.101).

Y esto tiene inferencia directa en la forma de aprender ya que las actividades están pensadas para trabajar en pequeños grupos interactivos. En este sentido, *“el trabajo en equipo permite que los estudiantes se organicen, distribuyan sus tareas, formulen y confronten hipótesis, deliberen sobre ideas diferentes y que cada uno de ellos se transforme en recurso para los demás.”* (Litwin, E., 2008 p. 101)

En el diseño de estas actividades hay una intencionalidad. Los supuestos epistemológicos de esta forma de trabajo tienen sustento en el constructivismo social; los/as estudiantes y profesores trabajan en conjunto; las personas crean significados juntas para aprender además que el proceso las hace enriquecer y crecer (Matthews, 1996, pág. 101 citado en Barkley E.et. al.,2012). Por lo tanto, el aula, la clase y la estructura de actividad forma un todo en donde se reconoce lo social, lo institucional, lo grupal, lo interpersonal y lo individual (Edelstein, G ,2000) y de esa manera actuar sobre lo complejo de la enseñanza.

En palabras de Verónica Edwards (1989, p.3), “*el conocimiento escolar es una producción social e histórica que se posibilita a partir de un determinado interés*”. En este sentido los problemas abiertos constituyen un espacio esencial de interés para los/as estudiantes ya que se enfrentan a situaciones reales, obviamente con cierta adaptación en lo que se refiere a lo que, hasta el momento, han aprendido los estudiantes en asignaturas anteriores a Termodinámica. Estas situaciones están enmarcadas en un contexto y en un momento histórico particular. Además, este tipo de problemas permiten poner a la luz, como conocimientos válidos, los conocimientos marginales presentes en el aula y no solo aquellos que son presentados como verdaderos (los académicos)

La evaluación de la propuesta como herramienta de análisis y ajuste de la enseñanza

Como toda propuesta de innovación es necesario que sea evaluada para ver, por un lado el impacto que tiene sobre la estructuración de la clase y por otro lado sobre la percepción de esta por parte de los estudiantes. Como lo menciona Coscarelli (2003, p.3), *¿Evaluamos para transformar una realidad o por un mero control? ¿En qué contexto evaluamos? ¿Qué expectativas tenemos sobre la realidad evaluada?* En este sentido, no se debe olvidar dos cuestiones muy importantes en relación al proceso de evaluación: una es que, ayuda a comprender y a explicar un objeto a partir de la recolección de datos a través de diversos procedimientos y por otro lado permite valorar lo relevado y emitir un juicio que permita en una primera mirada, decir si la innovación puede implementarse y que se debe ajustar de la propuesta para mejorarla. Entre una de sus finalidades, la evaluación de un proyecto o una innovación, como en este caso, aplicada al ámbito educativo es el recurso que proporciona información sobre las prácticas educativas, que será valorada para ayudar en la toma de decisiones de quienes intervienen en la misma. Entonces, es importante tener presente como y a quien o quienes se comunicara los resultados de la evaluación de la

innovación implementada. (Coscarelli, 2003, p. 5). Para esta innovación es muy importante una evaluación, aunque sea inicial ya que se pone en discusión un modelo de enseñanza y de aprendizaje muy arraigado en las aulas universitarias para confrontarlo con otro en donde los roles de los actores cambia, principalmente el del docente que pasa a cumplir el rol de tutor, mediador y orientador en la resolución de problemas. Ahora son los estudiantes los que tienen la mayor parte de responsabilidad respecto a la forma de aprender trabajando con este tipo de problemas abiertos. Se proponen dos instrumentos de evaluación en formato de encuesta: uno para los estudiantes y otro para el docente y que tiene como objetivo brindar información acerca del impacto de la innovación (ver ANEXO I).

Propuesta de Innovación

Este TFI propone una intervención didáctica con el objetivo de mejorar el desarrollo de las clases prácticas de la asignatura Termodinámica utilizando problemas abiertos de tal manera que los estudiantes puedan participar de una manera más activa en dichas clases siendo los principales protagonistas. La inclusión de problemas abiertos se realiza en una unidad del programa; este será el punto de partida para el diseño de una guía de trabajos prácticos que incluya este tipo de problemas. En la actualidad las clases prácticas se llevan delante en la forma llamada “tradicional o clásica”: el docente a cargo de la clase realiza una introducción teórica en donde retoma los conceptos centrales del tema a trabajar y que ya fueron vistos en la clase teórica correspondiente. A continuación, presenta uno o dos ejercicios y/o problemas similares a los que se encuentran en la guía de trabajos prácticos de la cátedra, los resuelve detalladamente explicando los pasos que se deben realizar para arribar a la solución y posteriormente invita a los estudiantes a resolver los demás ejercicios propuestos en dicha guía de trabajos prácticos, que por lo general son cerrados, es decir en su estructura tienen todos los datos iniciales y se arriba a una única solución.

Con esta forma de plantear la clase, el docente es el que toma el protagonismo y los estudiantes se limitan a resolver los ejercicios sobre la base de los ejercicios resueltos por aquel. Si bien adquieren técnicas en relación con el mecanismo de resolución, es poco probable que analicen a fondo la situación propuesta, ya que la estructura propia de este tipo de problemas (cerrados) limita ese análisis; los estudiantes indagan sobre que expresiones matemáticas se han de utilizar y esforzarse por arribar a la solución.

En general, todas las clases prácticas se desarrollan de la manera descripta. Con esta forma de trabajo los estudiantes son simplemente receptores de instrucciones para luego resolver ejercicios o problemas con una metodología casi idéntica en todos los casos.

En la vida profesional, los ingenieros se enfrentan a situaciones que muchas veces están muy alejadas a las que se presentan en las aulas; si bien tienen las herramientas para enfrentarlas, no siempre se pone en juego el análisis crítico de la situación compleja que por lo general presenta muchas variables y es necesario realizar un proceso de selección de dichas variables, definir los datos con los que se enfrentará dicha situación, identificar los posibles caminos a tomar para enfrentarla y poder estimar las posibles soluciones que puede tener. Es por eso que desde los primeros años de las carreras de ingeniería se deben buscar situaciones que le permitan a los estudiantes adquirir capacidades que van más allá

del mecanismo de resolución en sí y que apuntan entre muchas al análisis crítico de situaciones incluyendo el contexto en donde se presentan, la toma de decisiones, trabajo colaborativo entre pares y el arribo, no a una única solución, sino a la solución más adecuada entre muchas.

Un modo de generar condiciones para la resolución de problemas a partir del análisis crítico es introducir en las clases prácticas tareas abiertas, que admitan más de una solución y que puedan resolverse de varias maneras. Dichas tareas deben ser diseñadas de tal manera que le permitan recuperar conceptos vistos en unidades anteriores de la asignatura y en asignaturas de años anteriores y relacionarlos para el proceso de resolución. Este tipo de ejercicios permitirá que los estudiantes recuperen conocimientos previamente trabajados y adquiridos en su trayectoria académica, para resolver conflictos inherentes a la resolución de situaciones ingenieriles complejas. Además, el uso de problemas en lugar ejercicios solamente, permitirá analizar si los estudiantes han comprendido los conceptos dados en clase y si saben ponerlos en juego durante el proceso de resolución de situaciones problemáticas. Se enseña de esta manera, no solo la aplicación de fórmulas para resolver problemas, sino que se potencian habilidades para la resolución de problemas en relación con la utilización de estrategias de resolución, análisis del contexto en donde se presenta la situación, procesos de negociación y toma de decisiones entre otras cosas, tan presentes en la vida profesional del ingeniero. Por otro lado, y en relación con el trabajo en clase, con este tipo de situaciones problemáticas abiertas, el rol del docente cambia: pasa a ser un guía de los equipos de trabajo y son los estudiantes los que asumen el protagonismo de la clase; son ellos los que generan las preguntas, los que establecen la forma de enfrentar la situación y eso permitirá también mostrar cuáles son sus límites durante el proceso de trabajo.

Con el objetivo involucrar más a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, fomentar el trabajo colaborativo, recuperar conceptos ya vistos en otras unidades del programa y en otras asignaturas, lograr un cambio en la dinámica de las clases y de esa manera potenciar las habilidades expresadas anteriormente, se propone esta innovación en las clases prácticas de Termodinámica trabajando inicialmente con una Unidad Didáctica del programa que lleva por título Aire Húmedo y sus aplicaciones. La elección de esta unidad para implementar la innovación obedece a lo siguiente: el tema “aire húmedo” tiene muchas aplicaciones en la ingeniería como por ejemplo, en la industria alimenticia para los procesos industriales de regulación de la humedad, por ejemplo para el secado de

productos, para el acondicionamiento de ambientes de trabajo tanto en verano como en invierno, para resolver problemas de refrigeración entre otras aplicaciones. Además, con este tema, se recuperan los conceptos de temperatura, transmisión de calor, energía interna, entalpia y entropía que se trabajan en unidades anteriores lo cual permite ver con que grado de rigurosidad los estudiantes los ponen en juego para resolver los problemas propuestos.

La innovación didáctica consiste en la inclusión de situaciones problemáticas semiabiertas y/o abiertas, las cuales se caracterizan por no tener todos los datos iniciales y cuya solución no es única en las clases prácticas de la asignatura Termodinámica que se dicta en el tercer y quinto cuatrimestre (de acuerdo con la carrera) para las carreras de ingeniería mecánica, aeronáutica y civil. Se elige, en principio, una de las carreras para realizar la intervención. La cantidad de estudiantes afectados a la propuesta es aproximadamente de 40.

Los contenidos a trabajar son:

Aire húmedo. Características generales y específicas. Parámetros característicos que definen al aire húmedo. Determinación de los parámetros característicos. Humedad específica y relativa. Grado de saturación. Temperatura del punto de rocío. Aplicaciones en donde interviene el aire húmedo: procesos de secado, humedecimiento, climatización de ambientes.

Los estudiantes asisten a la clase práctica con los conocimientos trabajados previamente en la clase teórica.

Se propone la inclusión de tres situaciones problemáticas abiertas en las clases prácticas de la asignatura y se desarrollara durante 3 encuentros de tres horas cada uno. Se dejará abierto a tener un encuentro más en caso de no poder cerrar la innovación. Los encuentros se desarrollarán según la siguiente secuencia didáctica:

1° Encuentro:

En este encuentro la clase consistirá en: una explicación introductoria del tema con el objetivo de recuperar lo visto en la clase teórica, planteando interrogantes y ejemplos con la intención de trabajar de manera conjunta una situación problemática abierta. Además se realizaran mediciones de algunos parámetros utilizando el instrumental adecuado. Los contenidos a trabajar son: definición de aire húmedo, parámetros que lo caracterizan, determinación de estos utilizando gráficos y tablas psicrométricas. Resolución de ejercicios.

OBJETIVOS

- Recuperar los conceptos teóricos vistos en los seminarios para resolver ejercicios.
- Aprender a utilizar instrumentos de medición de los parámetros fundamentales que caracterizan al aire húmedo.
- Resolver ejercicios

INTERVENCIÓN DEL DOCENTE

- Presentación del tema a través de una breve exposición teórica ya sea en el pizarrón o mediante proyección utilizando la herramienta PowerPoint.
- Explicación sobre el uso de los distintos elementos de medición de los parámetros del aire húmedo (termómetro y psicrómetro).
- Explicación sobre el uso de tablas, gráficos y fórmulas para la resolución de problemas.
- Resolución de problemas “tipo” similares a los que se encuentran en la guía de trabajos prácticos.

(Esta es la forma llamada *tradicional* con la cual el docente realiza sus intervenciones en el aula. Durante el proceso de resolución de ejercicios por parte de los estudiantes, el docente también interviene para evacuar dudas respecto a la resolución de los problemas).

ACCIONES DE LOS ESTUDIANTES

- Realizan mediciones de los parámetros del aire húmedo con los instrumentos adecuados.
- Resuelven ejercicios de la guía de trabajos prácticos previamente seleccionados por el docente para trabajar en clase, de manera individual preferentemente, aunque se permite que los estudiantes así lo deseen forman grupos de trabajo.

(en la clase *tradicional* los estudiantes dedican su mayor tiempo a la resolución de ejercicios)

El cierre del encuentro estará a cargo del docente, donde brindará las soluciones de los ejercicios elegidos para trabajar en clase.

2º Encuentro:

En este encuentro se llevará adelante la propuesta de innovación. El docente comienza la clase explicando que son los problemas abiertos, como se presentan y que estructura tienen para luego presentar un ejemplo sencillo para que los estudiantes identifiquen las partes de este, estimen los datos de partida y propongan un plan de acción para la resolución. Esta actividad será realizada por toda la clase. Posteriormente el docente divide a la clase en 8 grupos de 5 estudiantes; el objetivo de esto es fomentar el trabajo colaborativo, la discusión para lograr acuerdos entre los miembros del grupo y así arribar a la posible solución del

problema planteado. El aula está compuesta por 12 mesas de trabajo; cada mesa tiene una capacidad máxima para 6 estudiantes y como los estudiantes desde el primer día de clase ocupan por lo general las mismas mesas de trabajo, se utilizará ese criterio para la división de grupos; es decir cada mesa de trabajo es un grupo. En caso de ausencia de algunos estudiantes, el docente reacomodará los grupos para que queden equilibrados.

OBJETIVOS

- Incorporar situaciones problemáticas abiertas a las clases prácticas.
- Fomentar el trabajo colaborativo
- Aumentar el protagonismo de los estudiantes en las clases.

INTERVENCIÓN DOCENTE

- Presenta las actividades a desarrollar durante el encuentro y cómo será la modalidad de trabajo.
- Realiza la división de los grupos.
- Entrega por escrito las situaciones problemáticas abiertas a trabajar (ver ANEXO I). En este encuentro se trabajará con las situaciones problemáticas I y II.
- Consensua con los grupos de trabajo un tiempo para llevar adelante la resolución de las situaciones planteadas.
- Actúa como guía o tutor orientando a los grupos de trabajo durante la resolución

ACCIONES DE LOS ESTUDIANTES

- Lectura, en cada grupo, de las situaciones planteadas
- Determinación de los datos necesarios para comenzar la resolución.
- Identificar los parámetros que caracterizan al aire húmedo en relación con la situación planteada.
- Elaborar un plan de acción para el análisis y resolución de la situación.
- Realizar mediciones, si la situación lo requiere.
- Resolver la situación problemática.

El cierre del encuentro se realizará por medio de un plenario general a modo de discusión conferencia en donde cada grupo compartirá las acciones y decisiones que tuvieron que tomar para llevar adelante la resolución. La utilización de esta estrategia como método participativo está relacionado con el trabajo en grupo y propicia la asimilación de conocimientos. Son los mismos estudiantes los que abordan y explican lo trabajado evitando de esta manera la exposición unilateral del profesor (Casal Enríquez, I y Granda Valdez, M. 2003, p. 10)

El docente oficiará de moderador realizando intervenciones con el objetivo de ampliar lo desarrollado por cada grupo y agregando sugerencias para enriquecer cada propuesta. Finalmente, cada grupo entregara por escrito la resolución y un informe indicando que acciones y decisiones se tomaron para llevar adelante la resolución.

3° Encuentro

En este encuentro se trabajará la situación problemática III. Los grupos de trabajo serán los mismos que trabajaron en el encuentro 2.

OBJETIVOS

- Incorporar situaciones problemáticas abiertas a las clases prácticas.
- Fomentar el trabajo colaborativo
- Aumentar el protagonismo de los estudiantes en las clases.

INTERVENCIÓN DOCENTE

- Entrega por escrito las situaciones problemáticas abiertas a trabajar. En este encuentro se trabajará con la situación problemática III
- Consensua con los grupos de trabajo un tiempo para llevar adelante la resolución de la situación planteadas.
- Actúa como guía o tutor orientando a los grupos de trabajo durante la resolución

ACCIONES DE LOS ESTUDIANTES

- Lectura, en cada grupo, de la situación planteada.
- Determinación de los datos necesarios para comenzar la resolución.
- Identificar los parámetros que caracterizan al aire húmedo en relación con la situación planteada.
- Elaborar un plan de acción para el análisis y resolución de la situación.
- Realizar mediciones, si la situación lo requiere.
- Resolver la situación problemática.

El cierre del encuentro se realizará con la misma estrategia del 2° encuentro en donde cada grupo compartirá las acciones y decisiones que tuvieron que tomar para llevar adelante la resolución. El docente oficiará nuevamente de moderador realizando intervenciones con el objetivo de ampliar lo desarrollado por cada grupo y agregando sugerencias para enriquecer cada propuesta. Cada grupo entregara por escrito la resolución y un informe indicando que acciones y decisiones se tomaron para llevar adelante la resolución.

Finalmente, el docente realiza el cierre de la actividad dando su apreciación sobre la forma de trabajo implementada.

Para ver el impacto que esta innovación tuvo en los estudiantes y en el docente, se les pedirá que respondan una encuesta que se muestra en el ANEXO I. El análisis de los resultados de las encuestas se presentará a los miembros de la cátedra con el objetivo de que analicen la posibilidad de incorporar este tipo de problemas en las demás unidades didácticas del programa, además de los ejercicios de características cerradas presentes en la guía y de llevar adelante clases prácticas con la modalidad descripta.

SITUACIONES PROBLEMATICAS ABIERTAS PROPUESTAS

SITUACION PROBLEMÁTICA I

En el laboratorio de Física de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la U.N.C se encuentran equipos e instrumentos para realizar mediciones de los diferentes parámetros físicos. Las mediciones se deben realizar bajo ciertas condiciones atmosféricas estándar para que el error en estas sea mínimo. Para ello es necesario determinar diversos parámetros atmosféricos que hagan que el ambiente sea apto para la realización de mediciones. Para ello:

- 1- Indique cuales son los parámetros, que, a su criterio, son indispensables para analizar el problema y garanticen condiciones de confort ambiental. Elabore una lista de estos justificando su elección.
- 2- Establezca un rango de valores para cada uno de esos parámetros que le sirvan de referencia para indicar que el ambiente es apto para realizar mediciones.
- 3- Suponiendo que el ambiente no cuenta con las condiciones de confort mínimas para realizar las mediciones, indique que soluciones adoptaría para que el ambiente tenga las condiciones mínimas de confort acorde a la actividad que allí se lleva a cabo. Describa cada una de ellas y analice las posibilidades técnicas para llevarlas adelante.
- 4- Elija una de las soluciones propuestas en el apartado anterior, defina los datos de partida, indique como los determinaría y tomando valores estándar de los mismos, determine los valores de los demás parámetros que caracterizan describiendo el procedimiento de cálculo y que conceptos fundamentales relacionados con la Termodinámica utiliza.
- 5- Elabore un breve informe con todo lo hecho, anexando los cálculos que tuvo que realizar.

SITUACION PROBLEMÁTICA II

En un día de mucho “frío” en la ciudad de Córdoba, la condensación que se produce en el aula donde se dicta nuestra asignatura (Termodinámica) se aprecia sobre las superficies interiores de las ventanas debido a las bajas temperaturas del aire cercano a estas. Si consideramos que el aula vacía se encuentra en condiciones óptimas de confort.

- 1- Indique cuales son los parámetros, que, a su criterio, son indispensables para analizar el problema y garanticen esa condición de confort de partida. Elabore una lista de estos justificando su elección.
- 2- Establezca un rango de valores para cada uno de esos parámetros que le sirvan de referencia para indicar que el ambiente este bajo condiciones de confort para un día muy “frío” como lo plantea la situación.
- 3- Si es posible, indique como determinaría la temperatura de los vidrios de la ventana a la cual comienza a condensarse el aire en las superficies interiores de estos.
- 4- Establezca una temperatura exterior al aula muy baja, típica de la ciudad de Córdoba, y con ese dato de partida, determine los parámetros necesarios que le permitirán calcular la temperatura de la ventana a la cual se comienza a condensar el aire.
- 5- Elabore un breve informe con todo lo hecho, anexando los cálculos que tuvo que realizar.

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA III

Se desea realizar un acondicionamiento de un laboratorio de metrología en lo referido a las condiciones estándar climatización en su interior, utilizando dos caudales de aire provenientes del exterior. Uno de los caudales puede variar entre 4 kg/s y 8 kg/s. Para determinar el segundo caudal,

- 1- Indique cuales son los parámetros, que, a su criterio, son indispensables para analizar el problema. Indique el rango de valores de los parámetros atmosféricos que definen las condiciones estándar del laboratorio. Elabore una lista de esos parámetros justificando su elección.
- 2- Establezca las posibles formas de incorporar el otro caudal con las condiciones adecuadas.

- 3- Seleccione la condición estándar ideal para un laboratorio de metrología y en base a ese dato estime el valor del segundo caudal que asegure las condiciones ideales del laboratorio.
- 4- Elabore un breve informe con todo lo hecho, anexando los cálculos que tuvo que realizar.

BIBLIOGRAFÍA Y MATERIAL DE LECTURA PARA LOS ENCUENTROS

Del Docente:

- Contenidos curriculares del Programa de la asignatura
- Material escrito de las clases teóricas.
- Guía de trabajos prácticos de la cátedra.
- Ley N° 19587 y su decreto reglamentario 351/79 referido a las condiciones térmicas de diversos ambientes de trabajo.

Del Estudiante:

- Ley N° 19587 y su decreto reglamentario 351/79.
- Guía de Trabajos Prácticos de la cátedra.
- Guía de estudio elaborada por el docente para la resolución de las situaciones problemáticas abiertas.
- Material escrito sobre resolución de distintos casos prácticos reales

Conclusiones

En lo personal durante el proceso de elaboración de la innovación tuve que recuperar mi experiencia como estudiante de la carrera. Durante esta etapa que transcurrió en la década de los ochenta, no se pensaba tanto a la enseñanza como una práctica surcada por el contexto. Cuando uno entraba al aula debía “dejar de lado” todo aquello que pudiera obstaculizar el proceso (es como que no importaba la historia personal, siendo que ésta condiciona fuertemente el proceso de aprendizaje y enseñanza). Rara vez se trabajaba en grupo durante las clases. Nadie podía hacer preguntas durante la exposición del profesor que era el que tenía la verdad absoluta. Estas reflexiones fueron movilizantes para llevar adelante este trabajo pensando en una clase donde se confronten ideas donde los estudiantes lleven el protagonismo de su aprendizaje y el docente sea el guía, necesario e imprescindible que facilite dicho proceso poniendo en juego propuestas innovadoras para la enseñanza, como pueden ser los problemas abiertos entre otras estrategias.

Por lo tanto, esta propuesta de innovación en las clases prácticas de termodinámica intenta acercar a los estudiantes ya desde los primeros años de su carrera a la forma de trabajo que se les presentara como futuros profesionales. Si bien se ha planteado para una unidad específica como disparador para la inclusión de problemas abiertos, queda en el docente elaborar a partir de esta innovación su propio material que contenga problemas abiertos que sean relevantes para sus estudiantes y que lo acerquen a la forma de trabajo en su futura profesión. Para lograr esto se debe volver a mirar en profundidad a la enseñanza en entenderla como una práctica social que ocurre en un contexto particular (el aula) en donde ocurren episodios donde los actores principales, docentes, estudiantes y objeto de conocimiento interactúan con la intención de crear y compartir conocimientos teniendo en cuenta como lo afirma Edelstein, G (2005, p. 2) que “...*la enseñanza, como ocurre con otras prácticas sociales, no es ajena a los signos que la caracterizan como altamente compleja. Complejidad que proviene, en este caso, del hecho de que se desarrolla en escenarios singulares, bordeados y surcados por el contexto*”.

Bibliografía

- Barkley, E., Cross, K & Major, C. (2012). Técnicas de Aprendizaje colaborativo (pp. 17-19). Madrid. Morata.
- Campaner, G. & Gallino, M. (2008). Aportes didácticos sobre Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje basado en problemas. Córdoba. Editorial Sarmiento.
- Carretero, Mario. (2009). Constructivismo y Educación. (pp.145-150). Buenos Aires. Paidós.
- Casal Enríquez, I & Granda Valdez, M. (2003). Una estrategia didáctica para la aplicación de los métodos participativos. *Revista Tiempo de Educar. Año IV,7*, 171-202. Universidad Autónoma del Estado de México. México.
- Cebrián de la Serna, M. & Vain, P (2008). Una mirada acerca del rol docente universitario desde las practicas de enseñanza en entornos no presenciales. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación,32*, 112-129.
- Coscarelli, M.R. (2003). Acerca de la Evaluación Educativa. Ficha de Cátedra basada en un trabajo de la autora publicado en el Boletín N° 19 del Programa provincial de Hemoterapia. Instituto de Hemoterapia de la Provincia de Buenos Aires pp. 1-14.
- Edelstein, G. (2000). El análisis didáctico de las practicas de la enseñanza. Una referencia disciplinar. *Revista IICE. Año IX, 17*, 3-7.
- Edelstein, G. (2005). Enseñanza, políticas de escolarización y construcción didáctica. Trabajo presentado en el X Seminario Internacional del CEM “Educar: ese acto político”. Abril. Buenos Aires.
- Edelstein, G. (2020). Analisis de las practicas de Enseñanza. Seminario-Taller en el marco de la Especialización en Docencia Universitaria (modalidad a distancia). UNLP-CONADU.
- Edwars, V. (1985). La relación de los sujetos con el conocimiento. Tesis de Maestría no publicada. Instituto Politécnico Nacional de la ciudad de México.
- Fernández Lamarra, N. (2015). La innovación en las Universidades Nacionales. Aspectos endógenos que inciden en su surgimiento y desarrollo. Universidad Nacional de Tres de Febrero.
- Jover, M. (2003). La resolución de problemas en la enseñanza de la Ingeniería. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería, 6*, 81-86.

Litwin, E. (2008). El oficio de Enseñar. Condiciones y contextos (pp. 89-112). Buenos Aires. Paidós.

Morales Bueno, P. & Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista Theoria*, 13, 145-157.

Morandi, G (1997). La relación teoría-práctica en la formación de profesionales. Trabajo presentado en la 2º Jornada de Actualización en Odontología. Julio. Mar del Plata.

Pozo, J & Pérez Echeverría, M (2009). Psicología del aprendizaje universitario: La formación en competencias (pp. 31-56, pp. 131-132). Madrid. Morata.

Zabalza Beraza, M. & Zabalza Cerderiña, M. (2003). La dimensión institucional y organizativa de las innovaciones educativas. En Homo Sapiens (Ed.), *Innovación y cambio en las instituciones educativas* (pp. 141-163). Argentina. Homo Sapiens.

ANEXO I-

INSTRUMENTOS PARA ANALIZAR EL IMPACTO DE LA PROPUESTA.

Encuesta para estudiantes

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 problemas se vio más motivado para resolver

Problemas Cerrados de la Guía de ejercicios

Problemas Abiertos propuestos

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

Problemas Cerrados	Problemas Abiertos

5. Indique aspectos negativos en relación con su proceso de aprendizaje al abordar la

resolución de los problemas

Problemas Cerrados	Problemas Abiertos

6. Ha resuelto problemas abiertos, en donde usted define los datos necesarios para su resolución, en las asignaturas de años anteriores

Si

No

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

Procedimientos mentales	Problemas Cerrados	Problemas Abiertos Propuestos
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		

Encuesta para el docente

- A- ¿Considera que la resolución problemas abiertos de fomenta la creatividad de los estudiantes?
- B- ¿Si ha enseñado a resolver problemas abiertos, le ha significado un cambio importante en su estrategia didáctica, habida cuenta que al trabajar los estudiantes en dicha resolución el docente deja de ser protagonista y pasa a cumplir un rol de mediador?
- C- ¿Considera que, en general, los docentes están dispuestos a migrar de su rol tradicional al de ser un mediador en el proceso de resolución de problema por parte de los estudiantes?
- D- ¿Considera que deben recibir capacitación institucional para producir tal migración, tanto para el desempeño en la virtualidad como en la presencialidad?