

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA - FACULTAD DE HUMANIDADES**

**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA**

**TRABAJO INTEGRADOR FINAL**

**ENRIQUECER LA ENSEÑANZA DE LOS SABERES DE FÍSICA GENERAL Y BIOLÓGICA. UNA  
INTERVENCIÓN DIDÁCTICA BASADA EN EL ESTUDIO DE CASOS Y TRABAJO  
COLABORATIVO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNMDP**

**Autora:**

**CLAUDIA MARCELA GILETTO**

**Tutor:**

**EDUARDO DEVOTO**

**Marzo de 2023**

## ÍNDICE

	Página
Título	1
Resumen	7
Abstrac	8
Introducción	9
Objetivo General	15
Objetivos específicos	15
Marco teórico conceptual	16
La enseñanza de la Física	16
Casos y problemas	18
El trabajo en colaboración	23
La evaluación a las/os estudiantes y a la práctica docente	26
Propuesta de intervención didáctica	28
Sujetos y objetos de la intervención	28
Diseño y aplicación de los casos	29
Los casos utilizados en el aula	31
Análisis de los Resultados	39
Sujetos y objetos de la intervención	39
Diseño y aplicación de los casos	40
Las voces de los tutores	48
Registros narrativos de los docentes	51
La experiencia de estudiantes	54
La evaluación de las/os aprendizajes y de la práctica docente	57
Mi experiencia en el trabajo con los casos	59
Conclusiones	63
Referencias Bibliográficas	65
Anexos de materiales e instrumentos	70

## **AGRADECIMIENTO**

El Trabajo final de tesis es una tarea personal pero muchas personas formaron parte de su elaboración.

GRACIAS...

A “Eduardo” por su confianza al aceptarme como “tesista” y, por su tiempo y dedicación de acompañamiento.

A las personas que fueron partícipes en la toma de datos, estudiantes, Adrián, Francisco, Juan Cruz, Lionela, Marta, Natalia, Sandra y Soledad.

A mi familia, por estar siempre y acompañar a concretar mis logros académicos.

## Índice de Tablas

	Página
Tabla 1: Distribución porcentual de las respuestas seleccionadas por las/os estudiantes en la encuesta de saberes previos.	42
Tabla 2: Rúbrica utilizada para evaluar la resolución del caso.	45

## Índice de Figuras

	Página
Figura 1: Distribución porcentual del desempeño de los estudiantes durante el ciclo lectivo 2022.	40
Figura 2: Distribución porcentual del desempeño de las/os estudiantes en la resolución del caso mediante el póster científico-académico.	47
Figura 3: Distribución porcentual de las opiniones de docentes sobre los casos.	49
Figura 4: Distribución porcentual de las opiniones de docentes sobre los materiales de lectura.	50
Figura 5: Distribución porcentual de las opiniones de docentes sobre el desempeño de estudiantes.	51
Figura 6: Distribución porcentual de las opiniones de estudiantes sobre los casos.	55
Figura 7: Distribución porcentual de las opiniones de estudiantes sobre los materiales de lectura.	56
Figura 8: Distribución porcentual de las opiniones de estudiantes sobre el desempeño de los docentes.	57

## Índice de Anexo de materiales e instrumentos

	Página
Caja 1: Encuesta sobre conceptos previos.	70
Caja 2: Encuesta para las/os docentes.	71
Caja 3: Encuesta para las/os estudiantes.	72

## RESUMEN

La innovación pedagógica propuesta en este trabajo tiene como finalidad fortalecer las prácticas de enseñanza en Física General y Biológica de la Facultad de Ciencias Agrarias. Busca modificar los tiempos asignados, desde el punto de vista clásico de la separación y sucesión de las clases teóricas y prácticas, y los reemplaza por un nuevo espacio curricular que recurre al estudio de casos y el trabajo en grupos para traer la realidad al aula y enseñar, de manera simultánea, la teoría y la práctica. La estrategia de enseñanza permitirá que las y los estudiantes puedan construir el conocimiento a partir de relaciones entre el contenido disciplinar con otros más distantes y así adquirir el desarrollo de habilidades y actitudes, resignificando los contenidos de Física con la práctica profesional. Para llevar adelante la intervención, se realizó una revisión bibliográfica sobre el estudio de casos y a partir de esta información se diseñaron seis casos vinculando las unidades temáticas Calor y temperatura, Transmisión del calor y Luz con diversos problemas de la práctica profesional, posteriormente se socializaron con diferentes integrantes docentes de la asignatura y se aplicaron los casos por medio de actividades grupales. Finalmente, se evaluó el alcance de la intervención pedagógica por medio de registros narrativos y encuestas semiestructuradas realizadas a las y los estudiantes y docentes. Los inscriptos en el 2022 fueron agrupados en equipos de 5-6 integrantes, a cada grupo se les asignó un caso y dos docentes tutores, participando 43 estudiantes. Las encuestas estudiantiles y docentes, permiten inferir que más del 70% consideraron, al caracterizar los casos, que fueron apropiados los niveles de dificultad y adecuados para comprender los temas y que el trabajo grupal mejoró la comprensión; y respecto a los materiales de lectura, opinaron que fueron fáciles de comprender, adecuados y suficientes para analizar los casos. Las encuestas estudiantiles permiten inferir que los tutores favorecieron la participación de los estudiantes y ayudaron a la comprensión con sus intervenciones. Además, de las encuestas docentes se concluye que los estudiantes mostraron entusiasmo y compromiso para comprender y resolver los casos, la mayoría planificaron en forma ordenada los reportes y fundamentaron conceptualmente los resultados. Los resultados obtenidos fueron promisorios y alentadores. Sin embargo, la estrategia de enseñanza requiere de: a) ajustes en los relatos para enfocarlos hacia verdaderos casos, b) mayor tiempo de instrucción de tutores, c) mejorar el seguimiento individual de las/os estudiantes para identificar aquellos que requieren de mayor apoyo académico y d) incluir la autoevaluación para facilitar el aprendizaje y mejorar los rendimientos académicos.

**PALABRAS CLAVES:** Ciencias Agrarias; Enseñanza de Física General y Biológica; Enseñanza para la comprensión; Metodología de casos; Trabajo colaborativo

## **ABSTRACT**

The purpose of the pedagogical innovation is to strengthen the teaching practices in General and Biological Physics of the Faculty of Agricultural Sciences. The traditional times of theoretical classes and practical classes were replaced by a new curricular space using case studies and group work. The teaching strategy will allow students to build knowledge based on relationships between disciplinary content with other more distant, acquire skills and attitudes and assess Physics content with professional practice. A bibliographical review was carried out on the case study and six cases were designed. The thematic contents (Heat and temperature, Heat transmission and Light) and professional practice were linked. Later the cases were socialized with different teachers and they were applied through group activities. Finally, pedagogical intervention was evaluated through narrative records and semi-structured surveys carried out on students and teachers. Forty-three students participated in 2022. The students were grouped into teams of 5-6 members. Each group was assigned a case and two tutor teachers. The results showed that cases difficulty levels were appropriate and group work helped to understand the thematic units. The reading materials were easy to understand, adequate and sufficient to analyze the cases. The tutors favored the participation of the students with their interventions. In addition, the students showed enthusiasm and commitment in classroom. The reports were orderly and conceptually grounded. The results obtained were promising and encouraging. However, the teaching strategy requires: a) adjustments in the stories to focus them to real cases, b) more tutor training time, c) better individual follow-up of the students to identify those that require more academic support, and d) include self-assessment to facilitate learning and improve academic performance.

**KEYWORDS:** Agricultural Sciences; Teaching of General and Biological Physics; teaching for understanding; Case methodology; Collaborative work

## INTRODUCCIÓN

Física General y Biológica es una asignatura cuatrimestral del ciclo básico que se cursa en el segundo año de todas las carreras que ofrece la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), perteneciente a la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). El plantel docente está compuesto por cuatro profesoras, una asociada con dedicación exclusiva, dos adjuntas con dedicación exclusiva, una adjunta con dedicación parcial, una ayudante graduada con dedicación simple y cuatro ayudantes estudiantes. La asignatura tiene una carga horaria de 90 horas, distribuidas en 2 horas teóricas y 4 horas prácticas, según el Plan de estudio 2007. Los contenidos disciplinares fueron seleccionados a partir de los requerimientos del perfil profesional de cada una de las carreras que ofrece la FCA, siendo los contenidos mínimos: Mecánica. Estática y dinámica de los fluidos. Calor y temperatura. Transmisión del calor. Luz. Electricidad y magnetismo. Fenómenos de superficie. Los mismos están relacionados con los principios físicos de la mecánica clásica y los procesos biológicos, contribuyendo a la formación básica de los estudiantes y su futuro desarrollo profesional. Además, se vinculan con contenidos desarrollados en otras asignaturas del mismo trayecto formativo del ciclo básico y formación profesional y en asignaturas optativas de los planes de estudio de las carreras de Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Ciencias y Tecnología de los Alimentos, siendo un ejemplo de ello las unidades temáticas “Calor y temperatura”, “Transmisión del calor” y “Luz”. Para aprobar la cursada deben: a) aprobar dos parciales y b) aprobar y asistir al 75% de los trabajos prácticos. Cada instancia de evaluación es obligatoria, tiene un recuperatorio y debe ser aprobada con una nota igual o mayor a 4. Para aprobar la asignatura, las/os estudiantes deben rendir la evaluación final.

Las clases teóricas son expositivas y magistrales de modalidad presencial y de carácter optativo, tienen un fuerte marco conceptual ya que en ellas se abordan los fundamentos teóricos de cada unidad temática que luego serán aplicados en las clases de trabajos prácticos. En las mismas se utilizan diferentes herramientas en el proceso de intervención pedagógica, la pizarra, presentaciones en PowerPoint, videos y fotos. Se comienza la clase indicando los temas que se desarrollaran y se los ubica en la unidad temática del programa de la asignatura con la bibliografía recomendada, se desarrolla la clase a través de una secuencia explicativa de enfoques teóricos de diferentes autores, se resuelven actividades aplicadas con la intervención de las/os estudiantes y al finalizar en la mayoría de ellas, se realiza junto con las/os estudiantes una red conceptual que incluye los principales conceptos. En varias oportunidades, para mantener la atención de ellas/os durante la clase, se les entrega actividades para que resuelvan en grupos, o se cambia de actividad luego del descanso. Sin embargo, esta estrategia de enseñanza, las/os estudiantes asumen un rol eminentemente pasivo, escuchan, toman apuntes y son poco participativos surgiendo escasas preguntas por parte de ellos y

son pocos los que participan en las clases, y, además, su atención disminuye a medida que pasa el tiempo. Esta estrategia de enseñanza se puede reconocer dentro de la orientación de la agenda clásica de la didáctica compuesta por una serie de categorías recurrentes, objetivos, contenido, actividades y al finalizar la evaluación (Litwin, 2008). Por lo tanto, es necesario promover la ruptura de las prácticas habituales que se dan en el aula, afectando el conjunto de relaciones de la situación didácticas (Lucarelli, 2003) e incorporar propuestas que modifiquen parte de la realidad existente (Lipssman, 2002). Libedinsky (2001) define a la innovación didáctica como:

*propuestas de enseñanza generadas por docentes, caracterizadas por la ruptura y oposición con prácticas vigentes consolidadas, por estar profundamente ensambladas con el contenido curricular disciplinar, y atender tanto a los intereses culturales de los docentes que las diseñan y lideran, como a los intereses culturales de sus estudiantes.*

Las clases de trabajos prácticos son obligatorias debiéndose asistir como mínimo el 75 % de ellas, se realizan luego de la clase teórica con la finalidad de que en la misma se impartan los conceptos teóricos que se abordan en la clase práctica a través de experiencias de laboratorio y de resolución de situaciones problemáticas. En las clases de trabajos prácticos se promueve que las/os estudiantes realicen las actividades de laboratorio y de resolución de problemas en grupos reducidos, de cinco o seis integrantes, para que tengan un rol protagónico y activo. En el laboratorio los grupos realizan diferentes actividades como medir con instrumentos de precisión, manipular materiales y equipos, observar procedimientos específicos e interpretar resultados relacionando los conceptos teóricos con los fenómenos observados.

Para evaluar el proceso de logro de aprendizajes de las/os estudiantes se utilizan rúbricas. Las mismas integran un amplio rango de criterios que evalúan de modo progresivo el tránsito de un desempeño incipiente o novato al grado de experto. Mediante la rúbrica evaluamos el informe de laboratorio y el proceso de interacción cooperativa al interior de un grupo de trabajo (Darling-Hammond 2006). El desempeño del laboratorio es evaluado en los aspectos: participación del grupo, lectura previa, y desempeño en la práctica, asociado con una escala de valoración literal y numeral: excelente (10), satisfactorio (7), puede mejorar (4) e inadecuado (0). En el informe escrito se analizan los aspectos: organización, redacción, relevamiento de datos, cálculos y análisis de los resultados utilizando la misma escala de valoración. Las/os estudiantes examinan la devolución de ambas rúbricas y si es requerido entregan nuevamente el informe mejorado, a los efectos de contribuir oportunamente a mejorar su aprendizaje y que permita ser utilizado como material de estudio confiable. Cada grupo obtiene una calificación del desempeño en el laboratorio. Ambas rúbricas son aportadas y explicadas a los estudiantes al inicio de la cursada.

La resolución de situaciones problemáticas es realizada en grupos de estudiantes. La heterogeneidad entre los integrantes del grupo favorece la ayuda entre unos y otros, promueve el intercambio de ideas para el desarrollo de la resolución. Las/os docentes tutores supervisan la tarea, favoreciendo la participación de todos los integrantes, que se compartan las preguntas y reflexiones durante el proceso. Las situaciones problemáticas consisten principalmente en el planteamiento de enunciados tradicionales, similares a los presentados en los libros de textos de la disciplina, y en algunos enunciados ricos en contexto. En la resolución de problemas tradicionales, el estudiante identifica datos e incógnitas, elige ecuaciones adecuadas y procede a la resolución, acompañadas en la mayoría con esquemas representando la situación planteada. Mientras que, los enunciados ricos en contexto consisten en narraciones de lenguaje sencillo conectada con la realidad cotidiana y con la agropecuaria, con palabras claves para que los estudiantes se enfoquen en la situación física, y escojan la predicción más adecuada a la situación, en base a la comprensión e interpretación de los principios físicos pertinentes. La formulación de la situación problemática puede involucrar integración de contenidos. Estas problemáticas lo llevan a considerar y aplicar los conceptos físicos dentro de un contexto concreto insertado en el mundo real y asociados a la actividad profesional. En la mayoría de los casos las/os estudiantes identifican datos e incógnitas, eligen ecuaciones y proceden matemáticamente con los datos para encontrar las incógnitas y para resolver las situaciones problemáticas. Sin embargo, al momento de resolver las situaciones problemáticas de manera independiente no todos las resuelven de manera completa y correcta y si llegan al resultado, muchas veces no responden satisfactoriamente las preguntas teóricas asociadas a la situación planteada. Las dificultades que normalmente las/os docentes encontramos es que, las/os estudiantes tienden a resolver los ejercicios en forma mecánica, preocupándose principalmente por el resultado numérico pocas veces analizan la pertinencia del mismo, es decir si los resultados son lógicos y comparables a los esperados en forma intuitiva, y como consecuencia cuando se le presenta una situación problemática diferente a las abordadas durante la clase, encuentran dificultades para resolverlas. Esto es indicio que no lograron comprender en totalidad los conceptos teóricos y su aplicación, y sólo resuelven de manera mecánica las situaciones problemáticas sin analizar muchas veces si los resultados son lógicos. La modalidad de enseñanza mencionada entrena a los estudiantes dentro de una rutina de pensamiento algorítmico, buscando leyes y fórmulas que se apliquen ciegamente para obtener la respuesta correcta, generando la falsa creencia que la Física es una ciencia aburrida y sin ningún tipo de atractivo (Planella y col., 2009). La enseñanza que utiliza estrategias que logra la comprensión, la internalización del saber adquirido, y el uso de ese conocimiento facilita y favorece al logro de un aprendizaje eficaz. Por lo tanto, las estrategias que se utilicen para tal fin, requieren que las/os estudiantes manipulen información para resolver una determinada situación que se les presenta.

Los procesos de aprendizaje son las acciones que despliegan las/os estudiantes para aprender, son los procesos metacognitivos que relacionan al sujeto con el conocimiento sobre el propio proceso de aprendizaje, desde la crítica y reflexión sobre cómo aprende significativamente (Díaz Barriga, 2003). Existe en la literatura diferentes enfoques para caracterizar el aprendizaje de los estudiantes. El *aprendizaje superficial* donde la atención de las/os estudiantes está dirigida al texto con la intención de reproducirlo, utiliza herramientas nemotécnicas que facilitan el almacenaje de información, es una forma de estudiar con el fin de memorizar los materiales de lectura en relación con las evaluaciones académicas, apela a concentrarse en hechos y detalles, anticipando posibles preguntas, recurriendo a la repetición memorística y alcanzando un procesamiento superficial de la información, sin comprensión. El conocimiento superficial es una consecuencia de estrategias de enseñanza que proponen cubrir grandes cantidades de información fragmentada, generando el conocimiento superficial del significado de los conceptos. El *aprendizaje profundo* busca la relación de ideas y su vinculación con la realidad, generar nuevas relaciones con un procesamiento profundo y significativo de la información. En este caso, la atención de las/os estudiantes está dirigida a comprender el significado del contenido y la forma de estudiar implica plantear interrogantes, establecer relaciones, identificar causas y consecuencias, establecer analogías, es decir se orienta hacia la comprensión del significado de los materiales a ser aprendidos. El conocimiento profundo implica un reconocimiento independiente de las ideas y las/os estudiantes están en condiciones de desarrollar argumentos, resolver problemas y construir explicaciones. El *aprendizaje estratégico*: organiza el tiempo y el esfuerzo requerido para obtener el mejor rendimiento posible, según será evaluada/o (Entwistle, 1988; Newman y Welage, 1993; Bigg, 1997; Díaz Barriga, 2003). El aprendizaje es una consecuencia del pensamiento y la construcción del conocimiento es fundamental para alcanzar el aprendizaje activo y reflexivo. En algunos casos, existen estudiantes que logran un aprendizaje, profundo, significativo y duradero. Sin embargo, la mayoría de ellos y sobre todo en los primeros años, necesita que las/os docentes les ofrezcan oportunidades para desarrollar las habilidades propias de un aprendizaje eficaz y no sólo que comunique hechos y rutinas. Por lo expuesto, la inquietud de diseñar estrategias de enseñanza que faciliten este proceso de aprendizaje situado con la participación activa de las/os estudiantes es uno de los objetivos de las prácticas docentes, y se plantea la necesidad de reemplazar la práctica habitual de resolución de problemas clásicos de la disciplina por el estudio de casos.

El estudio de caso es un método de naturaleza interdisciplinar que favorece el aprendizaje en diversas áreas y niveles educativos, así como la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades y actitudes. En este sentido, es una estrategia didáctica constituida por situaciones de la vida real presentadas en forma de narrativas con la finalidad de reflexionar y buscar soluciones a los problemas que plantea. Los estudios de caso favorecen la comprensión de situaciones complejas y

generan aprendizajes profundos y perdurables, necesarios para formar profesionales competentes y reflexivos (Wassermann, 1999).

La implementación del estudio de casos tiene como objetivo mejorar y fortalecer las prácticas de enseñanza y/o sus resultados con la finalidad de desarrollar el contenido disciplinar de una manera novedosa y eficaz. Probablemente, en el abordaje de los contenidos sea necesario romper con los tiempos asignados tradicionalmente, desde el punto de vista clásico de la separación de las clases teóricas y clases prácticas; y también reflexionar sobre la forma de evaluación, siendo necesario adecuar el formato de la misma con la estrategia de enseñanza. Por lo tanto, es necesario llegar a acuerdos institucionales con los diferentes ámbitos de gestión de la FCA (Departamento y Secretaría Académica) y con los diferentes integrantes de la asignatura para analizar las posibilidades, criterios para llevarlos a cabo, logros y riesgos que pueden aparecer (Litwin, 2008). Con la implementación de la estrategia se espera que el estudio de casos en grupos de estudiantes tutorado por un docente, promueva el aprendizaje integrando contenidos de Física con los referidos a las prácticas profesionales, particularmente en referencia a “Calor y temperatura”, “Transmisión del calor” y “Luz”. De esta manera, con la intervención propuesta se pretende que las/os estudiantes resignifiquen los contenidos de la disciplina con la práctica profesional.

La evolución social, científica, técnica y económica actual parece requerir un aprendizaje diferente del tradicional. La creación del conocimiento y los cambios tecnológicos se suceden a un ritmo tal que los actuales estudiantes se verán obligados a renovar sus conocimientos y profundizar en los descubrimientos e innovaciones que se produzcan. Además, en el mundo laboral son cada vez menos las/os profesionales que trabajan de forma aislada. Las/os futuras/os profesionales deben lograr trabajar en equipos y hacerlo de forma natural y productiva, siendo capaces de escuchar, entender, tener en cuenta y respetar otros puntos de vista, de comunicar de forma efectiva lo que puede aportar al trabajo del grupo de forma constructiva (Vizcarro y Juárez, 2008). Por lo tanto, las/os docentes debemos preocuparnos por incorporar herramientas pedagógicas que les permitan a las/os estudiantes adquirir durante su aprendizaje las mencionadas competencias. El trabajo en pequeños grupos de discusión logra, mediante la interacción entre sus integrantes, abordar a la solución de los problemas, superar los obstáculos que se presenten y concluir a partir del debate de ideas. La producción de trabajos de manera conjunta promueve potentes y mejores aprendizajes, la heterogeneidad de los grupos, en sus perfiles de aprendizaje y en el uso flexible del tiempo, provoca la ayuda entre unos y otros, favoreciendo el crecimiento de cada integrante (Litwin, 2008; Anijovich, 2014).

Por lo tanto, la intervención didáctica propone fortalecer las estrategias de enseñanza para crear un entorno que favorezca la conexión de los conceptos abstractos con el entorno natural y los identifica

con la práctica profesional desde etapas tempranas de su formación académica por medio de la puesta en práctica del estudio de casos y el trabajo grupal.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Enriquecer la enseñanza de los saberes teóricos y prácticos en Calor y temperatura, Transmisión del calor y Luz a través del estudio de casos en estudiantes que cursan Física General y Biológica en la FCA-UNMdP

### **Objetivos específicos**

- Diseñar casos cuyo contenido principal concuerde con los contenidos de las unidades temáticas Calor y temperatura, Transmisión del calor y Luz y que se vinculen con la práctica profesional de los Ingenieros Agrónomos y/o Licenciados en Ciencias y Tecnología de los Alimentos.
- Aplicar el estudio de casos por medio de actividades grupales con estudiantes que cursan Física General y Biológica y tutorados por un docente.
- Documentar la experiencia de enseñanza y aprendizaje a través de registros narrativos de docentes y estudiantes
- Evaluar la estrategia de enseñanza de estudio de casos por medio de cuestionarios a estudiantes y docentes.

## **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **La enseñanza de la física**

La disciplina Física tiene su historia, su manera de ordenar la enseñanza, su propio estilo intelectual y diferencias en sus prácticas académicas, en términos de enseñanza e investigación (Becher, 2001). Física es una categoría organizada dentro del conocimiento científico; tiene autonomía por medio del lenguaje y símbolos que utiliza y de las teorías y técnicas que les son propias (Morín, 2001). En la FCA, los contenidos de la disciplina están organizados en el espacio curricular de la asignatura Física General y Biológica, con la finalidad de atender los requerimientos y formar sujetos en el campo profesional. En la didáctica, las actividades académicas están organizadas en orden creciente de complejidad de sus objetos de estudio. La enseñanza de la Física, a través de la utilización de modelos, simulaciones, planteos y resoluciones de situaciones problemáticas y prácticas en el laboratorio tiende a favorecer el desarrollo de una actitud reflexiva, y establecer lazos interdisciplinarios (García-Carmona, 2009).

La enseñanza profunda y auténtica de los contenidos de un determinado campo del conocimiento responde a las necesidades vinculadas a la vida y futuro profesional de las y los estudiantes, establece las metas y desempeños de comprensión y realiza una evaluación continua a lo largo del proceso (Stone Wiske, 1999). Estudiantes que habitualmente resuelven problemas de Física o que escriben párrafos con oraciones tópicas pueden no comprender la disciplina, porque comprender requiere más que sólo reproducir información. Comprender un tópico requiere que las y los estudiantes puedan ser capaces de explicar, justificar, extrapolar, vincular y aplicar más allá del conocimiento construyendo una representación, un esquema o modelo mental (Perkins, 1999).

La enseñanza de Física y el reconocimiento de la importancia de la misma en las carreras que se dictan en la FCA implica diseñar actividades que faciliten la comprensión vinculando la teoría disciplinar con la práctica profesional. La enseñanza para la comprensión debe favorecer el desarrollo de procesos reflexivos como la mejor manera de generar la construcción del conocimiento (Perkins, 1992). Las actividades para la construcción del conocimiento requieren elegir el método, planear la secuencia, diseñar las estrategias para los diferentes momentos y proponer actividades (Litwin, 2008). Se enseña y se aprende trascendiendo el aula y eso cambia la secuencia clásica de primero la explicación y luego la aplicación. El dictado de la clase desde la perspectiva clásica está disponible para las y los estudiantes sin que necesiten participar de manera presencial o virtual y no tienen sentido ofrecerla de esta manera (Maggio, 2018). Es por ello, que es necesario reinventarla, incorporando

estrategias didácticas innovadoras para la construcción del conocimiento; ejemplos de ellas son el estudio de casos y el ABP partiendo de un problema extraído de la realidad.

En un estudio realizado en profesores que imparten Física en diferentes carreras universitarias en Argentina (Milicic, 2019), se estableció que, en la mayoría de los casos, las estrategias de enseñanza utilizadas por las y docentes fueron reproducir los modelos didácticos propios de la disciplina, donde los contenidos que se enseñan son una transformación del saber original porque consideran que “la física es una sola”. Esto genera que la percepción pública dominante considere a la Física como aburrida, abstracta y difícil para muchos estudiantes de grado (Milicic, 2019). Las estrategias de enseñanza deben establecer relaciones del contenido disciplinar con otros contenidos más distantes, y así situar al contenido en un marco más amplio y con diferentes puntos de vista (Litwin, 2008).

Los problemas tradicionales en la enseñanza de Física consisten en aplicar conocimientos en una situación planteada fuera de contexto y en general no relacionada con la actividad profesional, el estudiante identifica datos e incógnitas, elige ecuaciones adecuadas y procede matemáticamente con los datos para encontrar las incógnitas, muchas veces están acompañados de esquemas y con contenidos que en la mayoría de las ocasiones no están vinculados con problemas reales (Losada et al., 2021). Los problemas tradicionales pueden variar en su complejidad y refieren a parte de los contenidos conceptuales. Estos enunciados se pueden ubicar al final de los capítulos de los libros de texto y cuentan con la información necesaria para resolverlos y sólo requieren aplicar conocimiento y comprensión.

El diseño de las situaciones problemática con finalidad didáctica, pueden simplemente focalizar la atención a conceptos centrales y aplicar los conocimientos adquiridos, ilustrar principios, conceptos o procedimientos, o situaciones que propone el docente que obliga a que las/os estudiantes descubran explicaciones, definiciones o procesos (Romero Medina y García Sevilla, 2008). Las situaciones problemáticas con aspecto de historia o relato añaden cierta motivación a las/os estudiantes para su resolución y requiere que vaya más allá del copiar y pegar, ya que presume la toma de decisiones y la aplicación de la teoría relacionada con el propósito curricular de la asignatura. Es fundamental que el docente promueva actividades que interrelacionen los contenidos de Física y la práctica profesional, inviten a las/os estudiantes a la reflexión y a la investigación con una concepción constructivista del aprendizaje y dialoguen por medio de actividades grupales (Dorio Alcaraz, 2014; Anijovich y Cappelletti, 2017).

## Casos y problemas

La estrategia de enseñanza mediante el estudio y análisis de casos favorece los procesos comprensivos de las/os estudiantes. En la actualidad existe gran interés por priorizar actividades basados en casos reales y simulados en forma de narrativas en el diseño instruccional de ambientes de aprendizaje. La enseñanza basada en los casos tiene elementos instruccionales básicos, la construcción del caso, generación de preguntas de análisis, trabajo y discusión en grupos pequeños, y el seguimiento del caso. Los casos son instrumentos para la enseñanza de un tema y consisten en narraciones de situaciones reales o construidas para la enseñanza, adoptan la forma de relato contando una historia o describiendo cómo aconteció un suceso, puede incluir personas que viven esta experiencia e invitan a pensar diferentes resoluciones. La narrativa de los casos tiene algunas características que le son propias: el relato tiene que atraer la atención de los lectores, ser creíble y concluir en un dilema, se debe centrar en sucesos importantes e intensificar la tensión entre puntos de vista conflictivos y deben ser escritos con la finalidad de lograr interés en los lectores (Wassermann, 1999). El relato tiene la capacidad de crear experiencias, que trata creencias habituales de la gente y del mundo, haciendo referencia a acontecimientos, objetos y personas por medio de expresiones que los ubica en una narrativa. El principal instrumento es el lenguaje que conjuga situaciones reales y de fantasía mediante la imaginación (Brunner, 2003). La narrativa involucra afectivamente a las/os estudiantes con los personajes, tiene un contexto que ubica al caso con el contenido disciplinario y curricular, se subdivide en secciones donde se desarrolla la trama, se identifiquen los puntos principales y de las bases para analizar las acciones a seguir (Díaz Barriga, 2005). El estudio de casos es abordado en forma interdisciplinaria y estimula el pensamiento crítico y reflexivo (Wassermann, 1999; Litwin, 2008) y en este aspecto es posible recuperar experiencias puntuales para analizarlas, fomentando el relevamiento y análisis de la información (Vázquez, 2007). Las situaciones planteadas de los casos son representaciones creíbles de la realidad (López, 1992). Wasserman (1999) indica que *“el vehículo por medio del cual se lleva al aula un trozo de la realidad a fin de que los alumnos y el profesor lo examinen minuciosamente”* (p.20).

*un caso ofrece una historia, donde se cuentan -de la manera más precisa y objetiva posible- sucesos que plantean situaciones problema reales (auténticas) o realistas (simuladas), de manera que los alumnos experimenten la complejidad, ambigüedad, incertidumbre y falta de certeza que enfrentaron los participantes originales en el caso (p. ej., médicos, científicos, abogados, ingenieros, economistas, psicólogos, etc.). En la medida en que los estudiantes se apropien y “vivan” el caso, podrán identificar sus componentes clave y construir una o más opciones de afrontamiento o solución a la*

*situación problema que delinearon. De manera típica, en el caso se describen algunos actores o personajes; algunas veces son históricos, otras reales, aunque también pueden ser ficticios a condición de que representen rasgos o situaciones que enfrentan las personas reales. Los casos que se presentan a los alumnos con propósitos de enseñanza contienen información suficiente pero no exhaustiva. Es decir, no se ofrecen a priori análisis conclusivos, pues una de las tareas centrales de los alumnos es ahondar en la información y conducir ellos mismos el análisis y conclusiones. De esta manera, la meta del grupo de discusión que revisa un caso es precisamente analizarlo y plantear soluciones o cursos de acción pertinentes y argumentados (Díaz Barriga, 2005, p. 16).*

El origen del estudio de casos como estrategia didáctica se remonta a finales del siglo XIX, en la Universidad de Harvard. Desde entonces, ha sido una estrategia con un amplio desarrollo en la formación universitaria, especialmente en los campos del derecho, la medicina, la organización de empresas y las ciencias políticas (Giné et al., 2011), pero también pueden ser utilizadas en ciencias duras (matemática, física y química) y naturales (Wassermann, 1999). El estudio de casos tiene ciertas ventajas para la enseñanza como, resolver situaciones problemáticas similares a las que se enfrentan en la práctica profesional; manejar diferentes alternativas a seguir; tomar decisiones ante situaciones complejas (López, 2002). Además, trabajar con casos requiere de tiempos prolongados para dar espacio y la oportunidad para pensar y para buscar diferentes fuentes teóricas para el análisis del problema que se plantea. Los casos para la enseñanza pueden ser integrados con otras estrategias de enseñanza como lo es el trabajo grupal (Vázquez, 2007).

Las ideas principales del caso para la enseñanza deben tener concordancia con el tema seleccionado del programa de la asignatura. El caso es el punto de partida en el estudio de un tema, permite la inclusión del estudio de temas complementarios y cualquier otro recurso que aporte información. Para estimular el interés de las/os estudiantes el argumento debe ser realista, el relato tiene que estar bien escrito con frases descriptivas que el lector forme una imagen mental, mantenga un orden cronológico y que los personajes sean verosímiles, su narrativa debe progresar hacia el dilema quedando abierta a múltiples interpretaciones (Vázquez, 2007).

*Un relato bien escrito tiene más posibilidades de despertar y retener el interés de los alumnos. Un relato mediocre es cómplice del mal gusto e implica la aceptabilidad de estándares más bajos. Los personajes irreales no inspiran sentimientos ni permiten que los lectores se identifiquen con ellos. Una trama intrascendente o inauténtica no da materia para la reflexión. Una trama demasiado compleja resulta difícil de entender (Wassermann, 1999, p. 53).*

El estudio de casos es una estrategia didáctica especialmente adecuada para favorecer el aprendizaje de competencias y para facilitar la relación entre teoría y práctica durante el trayecto formativo de las/os estudiantes universitarios. Aunque los casos pueden ser de distintos tipos, existen algunas consideraciones generales que tener en cuenta para que cumplan una función didáctica (Giné et al., 2011; Díaz y Chaila, 2012). Los casos deben cumplir ciertas condiciones de forma y estilo (Christensen y Hansen, 1987), incluyen información y datos y son por naturaleza interdisciplinarios. Al final de cada caso se debe realizar una lista de preguntas críticas con la finalidad de promover la comprensión, para que las/os estudiantes analicen los datos presentados, examinen las ideas importantes, y propongan soluciones. Se plantean cuatro tipos de preguntas para resolver los casos, de estudio, de discusión, facilitadoras y sobre el producto. Las preguntas de estudio permiten introducir a las/os estudiantes en el tema. Las de discusión definen las áreas de exploración, conducen a que emerjan los temas principales a analizar y dan la pauta a seguir. Las facilitadoras: revelan los significados explícitos de las contribuciones individuales y estimulan la interacción entre los individuos participantes. Las preguntas sobre el producto permiten revelar la toma de decisiones, las soluciones, los consensos y disensos entre los integrantes del grupo (Díaz Barriga, 2005).

La intervención pedagógica impacta en la adquisición de competencias integradoras y emprendedoras (Argandoña Gómez et al., 2018). Giné et al. (2011) describe diferentes formatos de estudios de casos para que resuelvan las/os estudiantes, en algunos se analizan la situación y se deben formular interrogantes, los que se convierten en los objetivos del aprendizaje. Otra tipología de casos son descripciones de situaciones contextualizada y detallada para analizar. En estos últimos se presentan situaciones basadas en hechos reales, que se describe de forma clara, ofreciendo aquellas informaciones que pueden resultar relevantes como datos, opiniones, situaciones, contexto, etc. con el fin de facilitar el análisis. El estudio de casos favorece el desarrollo de competencias de manera integrada de conocimiento, habilidades y actitudes, y el desarrollo de competencias transversales como la capacidad de observación de la realidad, la implicación en el trabajo, la acción cooperativa, constituye una excelente estrategia para desarrollar la comprensión y el análisis crítico (Giné et al., 2011).

En esta estrategia de enseñanza es esencial la función que cumple el docente en la conducción de la discusión para realizar el análisis e inducirlos a obtener una comprensión más profunda de la situación. El interrogatorio que realiza el docente requiere de la habilidad para escuchar a las/os estudiantes y comprender lo que quieren transmitir, para formular preguntas que conduzcan a un examen inteligente de las cuestiones fundamentales, para organizar la discusión de modo tal que las ideas de todos sean respetadas y mantener la discusión bien encaminada, evitando que se desvíe a

cuestiones no pertinentes. Es preciso que los docentes se abstengan de indicar lo que deben pensar y evitar juzgar las ideas de las/os estudiantes (Wassermann, 1999).

La estrategia didáctica de aprendizaje basado en problemas (ABP) combina la obtención de conocimientos, la investigación, la reflexión y el aprendizaje de competencias. El método se basa en la enseñanza de contenidos agrupados por grupos de asignaturas o de líneas temáticas de una disciplina. El docente crea los problemas a partir de información real o simulada, dirige a discusión de los grupos, favorece el trabajo del estudiantado, siendo el objetivo principal de esta estrategia de enseñanza que la responsabilidad del aprendizaje recaerá en las/os estudiantes. Las explicaciones docentes son mucho más puntuales que en un planteamiento de clase tradicional magistral en la que prevalece la transmisión de contenidos, la característica más atrayente de esta estrategia es que la relación entre profesores y estudiantes se basa en la igualdad y mutuo respeto. El material de aprendizaje lo componen los problemas, la biblioteca de recursos (bibliografía, recursos audiovisuales, etc.) y las clases (Vizcarro y Juárez, 2008).

El ABP surgió en la década del 60 en la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster en Canadá con la finalidad de corregir algunas deficiencias en el sistema de enseñanza (Walsh, 1978), ya que se observaba que los estudiantes con buenos conocimientos no eran capaces de aplicarlos en la práctica. Las situaciones problemáticas pueden ser rígidamente estructurados con alto grado de detalles o problemas abiertos que no presentan datos. Las/os docentes controlan el flujo de información, comentan los problemas y orientan los procesos de reflexión. El estudiantado es el protagonista del aprendizaje y asume la responsabilidad de ser parte activa del proceso.

El ABP ayuda a las/os estudiantes a desarrollar y trabajar diferentes competencias como la resolución de la situación problemática, la toma de decisiones, el trabajo en equipo, las habilidades de comunicación (argumentación y presentación de la información) y el desarrollo de actitudes y valores (precisión, revisión, tolerancia) (Miguel, 2005). Posteriormente, Prieto (2006) agrega la identificación de problemas del contexto profesional, la conciencia del propio aprendizaje, la planificación de las estrategias de aprendizaje, el pensamiento crítico, el aprendizaje autodirigido, las habilidades de evaluación y autoevaluación y el aprendizaje permanente. Además, el ABP favorece el desarrollo de habilidades de búsqueda, investigación y manejo de información ya que, a partir del enunciado del problema, las/os estudiantes tendrán que seguir diferentes caminos para resolver y lograr una solución adecuada.

En general, a diferencia de los casos, los ABP son textos de pocas líneas que describe una situación de la vida cotidiana o profesional relacionada de algún modo con las disciplinas o materias en

las cuales se inserta y pueden ser elaboradas en forma conjunta con las/os estudiantes y sirve de estímulo para el aprendizaje. El problema viene primero y el aprendizaje viene después (Romero Medina y García Sevilla, 2008). Un problema ABP es:

*una descripción de unos fenómenos que requiere explicación adicional, y los estudiantes intentan explicar los fenómenos presentes en el problema. Para este propósito ellos lo discuten en grupo. Conforme lo discuten se dan cuenta que no tienen suficientes conocimientos para clarificarlo y por tanto surgen cuestiones sin respuesta, las cuales se convierten en objetivos de aprendizaje que motivan a los estudiantes a informarse y estudiar la literatura relevante para responder esas cuestiones y dar solución al problema (Jacobs et al., 2003, p 1001, citado por Medina Romero y García Sevilla, 2008 p. 35).*

Los enunciados de las ABP deben cubrir los objetivos de aprendizaje de la asignatura, ser multidisciplinario y puede tener más de una respuesta. El nivel de complejidad de la situación planteada requiere por parte de las/os estudiantes capacidad de análisis, síntesis y evaluación. La información requerida para la resolución no necesariamente tiene que estar toda disponible en el enunciado y, por lo tanto, las/os estudiantes precisan realizar la investigación para establecer conexiones con nuevos conocimientos y retomar contenidos de cursos anteriores. Los problemas deben relacionar los contenidos de la asignatura ejercitando la vida profesional con apropiado nivel motivacional. Por lo tanto, no deben ser muy teóricos y no deben estar muy alejados de las experiencias cotidianas o de las expectativas profesionales (Medina Romero y García Sevilla, 2008). Las principales características de los ABP son tener soluciones múltiples, distintos caminos para llegar a la solución, pocos parámetros, incertidumbre acerca de los conceptos, reglas y principios necesarios para la solución, además, la situación del problema no está bien especificados, la información necesaria para resolver el problema no está contenida en el enunciado y es interdisciplinar que requiere la integración de contenidos de diversos ámbitos o dominios disciplinares.

El desarrollo de esta estrategia didáctica puede seguir dos aportaciones bien diferentes, por un lado, Morales y Landa (2004) establecen que el desarrollo del proceso de ABP puede ocurrir en ocho etapas, 1) leer y analizar el problema, 2) realizar una lluvia de ideas, 3) hacer una lista de conceptos conocidos, 4) hacer una lista de conceptos no conocidos, 5) planificación de las estrategias de resolución, 6) definir el problema, 7) obtener información y 8) presentar los resultados. Por otro, Exley y Dennick (2007) señalan que son siete fases las que lo conforman, 1) Aclarar términos y conceptos, 2) definir el problema, 3) analizar el problema, 4) realizar un análisis sistemático, 5) formular los resultados, 6) aprendizaje independiente, y 7) sintetizar y presentar la información. La diferencia más

notable entre las dos clasificaciones, es la definición del problema primero y luego se plantean las preguntas y los conceptos y desconocidos a investigar.

## **El trabajo en colaboración**

En el trabajo colaborativo, las/os estudiantes asumen un rol de solucionadores de problemas y las/os docentes tutores y la evaluación están presentes a lo largo de todo el proceso, centrados en el desempeño (Díaz Barriga, 2005). Las estrategias pedagógicas de estudio de casos y ABP fomentan y demandan a docentes y estudiantes a discutir con argumentos, generar y sustentar ideas propias, tomar decisiones o realizar juicios de valor, sin dejar de lado el punto de vista de los demás y mostrar una actitud de apertura y tolerancia ante las ideas de los otros. La discusión grupal permite combinar los aprendizajes cognitivos y afectivos, desarrollar habilidades de colaboración y responsabilidad y enseñar ética profesional (Díaz Barriga, 2005).

El trabajo en grupos impulsa un conjunto de estrategias que hace que las/os estudiantes conjuguen la enseñanza y el aprendizaje. Díaz Barriga (2005) definen dos estrategias de resolución, la del explorador y la de piloto. La estrategia de explorador supone analizar la información con detalles y pasar de modo sistemático de una conclusión a la siguiente. La estrategia de piloto, a diferencia, implica un estilo más intuitivo, que prioriza el análisis del problema desde un punto de vista más abarcativo. No existen tipologías puras, pero sí tendencias o preferencias para dirigir la resolución. En un estudio realizado en estudiantes universitarios se determinó que la estrategia de piloto es la más predominante.

En cualquier caso, el aprendizaje cooperativo, la interacción entre pares, la resolución de problemas asignando tareas diferentes a cada uno de los integrantes, la producción de trabajos de manera conjunta promueve los aprendizajes y favorece la valorización de la ayuda y a la construcción de responsabilidades entre los integrantes. La heterogeneidad en los grupos provoca la ayuda entre unos y otros y puede favorecer el crecimiento de cada uno de los integrantes. Las/os estudiantes no desempeñan estas tareas de manera espontánea, y tendrán que reconocer, asumir y practicar responsabilidades para realizar el trabajo. Además, esta estrategia didáctica favorece la apropiación de conductas como la ayuda, el trabajo y la responsabilidad compartida (Litwin, 2008; Anijovich, 2014). Vázquez (2007) indica que la utilización sistemática del trabajo en grupo tiene la ventaja de:

*mejorar la participación de las y los estudiantes en los espacios de intercambio; evidencia la necesidad de generar acuerdos previos a nivel de los grupos antes de opinar sobre el caso en estudio; permite incorporar al análisis aspectos teóricos trabajados durante el ciclo de formación;*

*promueve procesos de construcción colectivos a partir de los diversos aportes, que se ajustan e integran, superando la simple superposición de opiniones (p.15).*

En la tarea del docente es importante la ayuda que realiza a los grupos para la concreción de la misma. La intervención del docente es de tutor, alentando a las/os estudiantes a participar, a través de la división de tareas diferentes a cada integrante, a apoyar para que cooperen entre sí para realizar la tarea compartida; y a orientar las preguntas y reflexiones que se generen durante el desarrollo de la tarea (Litwin, 2008). El tutor guía el proceso de aprendizaje, estimula a las/os estudiantes a lograr mayor comprensión y se asegura de que todos los integrantes del grupo participen de modo activo (Díaz Barriga, 2005). La función del docente es diferente con respecto al que desempeña en las clases tradicionales de enfoque expositivo, se convierte en guía, consejero, motivador y facilitador que orienta a las/os estudiantes hacia el logro de los objetivos de aprendizaje. El tutor es un mediador, motiva la búsqueda de información, reta a las/os estudiantes a preguntar, inferir y contrastar hipótesis. El docente asume un rol diferente, tiene una labor de la planeación del ambiente de aprendizaje y la motivación de las/os estudiantes para que aprendan a construir su proceso cognitivo (Villegas Múnera et al., 2012). El docente requiere modelar el proceso cuidando de no decir demasiado ni adelantar o imponer las soluciones, es crucial saber plantear las preguntas relevantes que guíen el caso y permitan que las/os estudiantes logren focalizar el problema al mismo tiempo que lo conduzcan a construir sus propios argumentos y propuestas (Díaz Barriga, 2005).

Por lo tanto, el trabajo grupal, promueve a las/os estudiantes ser los protagonistas de la construcción de sus aprendizajes y a las/os docentes tutores ofrecer diversas oportunidades de aprendizaje y ayudar a pensar críticamente orientando las reflexiones y formulando cuestiones importantes.

*Un profesor que enseña mediante casos se asemeja a un director de orquesta. Así como el director de orquesta es un conductor que crea música mediante la coordinación de las ejecuciones individuales, al proporcionar señales claves a los ejecutantes y al saber qué sonidos deben producirse, un profesor que enseña con un caso genera el aprendizaje por medio de licitar observaciones y análisis individuales, al formular preguntas clave y al conocer qué resultados de aprendizaje espera que logren sus estudiantes. Y así como el director de orquesta no hace música por sí solo, el profesor tampoco genera aprendizaje por sí solo; cada uno depende de las ejecuciones individuales y colectivas para lograr las metas establecidas (Díaz Barriga, 2005, p. 19).*

El trabajo grupal favorece el aprendizaje en la medida que se mejoran las relaciones de comunicación entre las/os integrantes y a la vez, adquieren nuevos conocimientos y destrezas logrando un cambio de actitud que es favorable para la futura práctica de la profesión (Díaz y Chaila, 2012). El trabajo grupal implica que las/os estudiantes se involucren en un esfuerzo coordinado para realizar y resolver el caso, que adopten destrezas y capacidades de manera gradual según las capacidades de cada individuo, se ponen en práctica diferentes habilidades como la negociación, el manejo de conflictos, la toma de decisiones y la comunicación efectiva entre ellos (Argandoña Gómez et al., 2018). Sin embargo, las/os estudiantes tienen una gran dependencia de los escenarios educativos tradicionales a ser “*aprendices de lecciones*” en vez de “*aprendices del pensamiento*”, lo que fomenta la necesidad de tener respuestas correctas, prontas y únicas. El docente debe promover un clima de respeto, facilitar la realización de una discusión concienzuda y bien argumentada, diferenciar la calidad de las respuestas y el gran reto es no imponer sus puntos de vista, y conducir la discusión relacionando e integrando los comentarios individuales e indicar nuevas direcciones de la discusión (Díaz Barriga, 2005). Anijovich y Mora (2009) mencionaron que para que exista diálogo entre estudiantes y docentes es necesario estar dispuesto a dialogar, es preciso ser capaz de esperar y abierto a escuchar, mantener en suspenso diferentes puntos de vista. Las preguntas que formulan las/os docentes deben tener los propósitos de promover la comunicación, contribuir a establecer relaciones entre diferentes conceptos, focalizar alguna habilidad del pensamiento junto con el contenido disciplinar, estimular la revisión y corrección de errores, estimular el pensamiento crítico y la producción de ideas, permitir la expresión de diversidad de ideas.

El trabajo y la discusión en grupo cumplen varios objetivos, de naturaleza intelectual, social y afectiva. En lo intelectual estimula a las/os estudiantes a explorar diferentes perspectivas, resaltar la complejidad de las cuestiones, organizar su discurso, revisar y reformular ideas, y construir el sentido crítico al contrastar sus ideas con las de otros. En lo social, se adoptan y refuerzan hábitos democráticos y de respeto por el otro, así como la identidad del grupo y, de forma general, a aprender a trabajar en equipo. En los afectivos, incrementa la motivación y el interés y en algunos momentos favorece la persistencia en la tarea y la tolerancia a la frustración.

Las/os estudiantes deben asumir la responsabilidad de aprender, tener actitud receptiva para el intercambio de ideas con compañeras/os, compartir información y aprender de las/os demás, ser autónomos en el aprendizaje al buscar información, contrastarla, comprenderla y aplicarla, saber pedir ayuda y orientación cuando se necesite, y disponer de las estrategias para planificar, controlar y evaluar los pasos que lleva a cabo durante el proceso de aprendizaje. El trabajo grupas favorece la gestión

eficaz del aprendizaje individual y colectivo (Morales y Landa, 2004; de Miguel, 2005; Exley y Dennick, 2007).

Las/os tutores orientan las actividades, propone el reparto de roles entre los integrantes para evitar que surjan conflictos y gestiona el tiempo. Establecer y definir un tiempo para la resolución de la actividad es necesario para la organización del grupo, puede variar desde algunas horas y llegar hasta a varios días, optar por momentos para trabajar dentro y fuera del aula y gestionar sesiones de tutorías para consultar dudas, plantear problemas y mostrar los avances, entre otros. En este espacio de horario de consulta, las/os tutores tienen la posibilidad de conocer el avance de la actividad, podrán orientar, y alentar a continuar, etc, siendo un espacio ideal para intercambiar ideas.

### **La evaluación a las/os estudiantes y a la práctica docente**

La evaluación es una herramienta que permite conocer los alcances de los objetivos de aprendizaje en las/os estudiantes adquiridos, con las dificultades de la adquisición y de la comprensión o la transferencia de algunos temas, puede ser de carácter sumativo o formativo y debe ocurrir en el mismo momento que ocurre los aprendizajes. Es necesario que contenga diferentes elementos para que las/os estudiantes tengan que interpretar, analizar, evaluar problemas y explicar sus argumentos. La evaluación tiene lugar durante todo el desarrollo de la actividad, valora los contenidos de aprendizaje, la construcción de nuevos conocimientos y el desarrollo de estrategias para abordar nuevos problemas y tareas de aprendizaje. La inclusión de las estrategias de aprendizaje de estudio de casos y ABP requieren una variedad de procedimientos de evaluación, entre los que se pueden mencionar además de los exámenes escritos, mapas conceptuales, evaluación de pares, evaluación del tutor, presentaciones orales e informes escritos. Todos participan, las/os docentes y tutores con la evaluación continua, ya sea individual o grupal y las/os estudiantes realizan su propia autoevaluación, del grupo en el que participa y del tutor (Litwin, 2001; Vizcarro y Juárez, 2008).

La evaluación no es sólo un instrumento para acreditar los saberes de las/os estudiantes, sino también de promover la toma de conciencia de su propio proceso de aprendizaje y contribuir al desarrollo de su autonomía. Los aprendizajes significativos necesitan tiempo de consolidación en los que los temas o problemas enseñados pueden ser relacionados con otros y probablemente el verdadero aprendizaje tenga lugar cuando las/os estudiantes se encuentren fuera del sistema en donde se planteó la situación de enseñanza. El estudiante es autónomo cuando comprende el sentido de aquello que tiene que aprender, toma decisiones acerca de cómo va a llevar adelante ese aprendizaje

y reflexiona sobre el proceso y recorrido. La retroalimentación está relacionada con la corrección y la regulación de los aprendizajes. La evaluación formativa, desde el punto de vista de la concepción constructivista del aprendizaje, ubica a las/os estudiantes en el centro del trabajo escolar en el que se propicia la indagación, el trabajo con problemas y con casos. La evaluación formativa por retroalimentación se caracteriza por modificar los procesos de pensamiento y comportamientos de quienes lo reciben, ayudar a transitar el recorrido de aprendizaje, motivar el aprendizaje e involucrar activamente a las/os estudiantes (Litwin, 2001; Anijovich y Cappelletti, 2017). Camilloni (2004, citado por Anijovich y Cappelletti, 2017, p. 88) señala que:

*la evaluación formativa se posiciona de manera general, como la operación que permite recoger información en tanto los procesos se encuentran en curso de desarrollo. Dos características comunes a las distintas concepciones de la evaluación formativa: su contemporaneidad con los procesos de enseñanza y de aprendizaje y - tal como había nacido el concepto en el trabajo de Scriven- a la intención de que la información recogida permita mejorar los procesos evaluados.*

La evaluación es parte del proceso didáctico e implica para las/os estudiantes la toma de conciencia de los aprendizajes adquiridos y para las/os docentes una interpretación de las implicancias de la enseñanza en esos aprendizajes. Las conversaciones formativas entre docentes y estudiantes tienen el propósito de articular las evidencias de aprendizaje con los criterios de evaluación, valorar el grado de aprendizaje logrado y ayudar a las/os estudiantes a encarar el desafío de seguir aprendiendo, orientar la reflexión sobre los desempeños y producciones, indicar cómo continuar y abordar nuevos aprendizajes. Existen diferentes modos e instrumentos para promover las interacciones dialoguistas formativas como los son las estrategias verbales (conversaciones, diálogos, demostraciones, pistas y preguntas) y las no verbales (lenguaje gestual y corporal, tono y volumen de voz, posición del cuerpo) (Litwin, 2001; Anijovich y Cappelletti, 2017).

Al momento de evaluar los aprendizajes es importante encontrar estrategias de valor que permitan distinguir los aprendizajes construidos de los almacenados por memorización. Existen diferentes propuestas de evaluación, los portafolios, los proyectos de trabajo y las rúbricas entre otros (Litwin, 2008; Anijovich y Cappelletti, 2017). La rúbrica es una matriz de valoración de la calidad del proceso de realización de la tarea asignada y es una herramienta idónea para evaluar los aprendizajes de las/os estudiantes porque integran un amplio rango de criterios, que evalúan de modo progresivo el tránsito de un desempeño novato a experto (Darling-Hammond 2006). Las/os docentes evalúan los desempeños asignando puntajes a diferentes criterios y las/os estudiantes valoran y ajustan la realización de la tarea y el proceso de autoevaluación grupal (Van Gool, 2009).

La evaluación de la propuesta de enseñanza le permite al docente la interpretación e interpelación de las estrategias, la superación de razones técnicas con la práctica, el alcance y la evaluación de los aprendizajes y la aceptación de la comunidad. Estas múltiples lecturas y diferentes miradas contribuyen a repensar nuevas líneas de trabajo con la finalidad de mejorar la práctica docente. De esta manera, la evaluación ocupa un lugar de mediador, porque se obtiene la información sobre las repercusiones e impacto que tiene la propuesta en su contexto, tiene la misión de identificar las concreciones y niveles de desarrollo y reconocer las tensiones y contradicciones que se generan durante el proceso (Palou de Maté, 2001).

La información del proyecto la proporcionan los actores involucrados, estudiantes, docentes, comunidad educativa y autoridades institucionales. Los instrumentos de recolección de datos deben tener una estructura que permitan dar respuestas a categorías puntuales y proporcionar información de los efectos buscados y no buscados. La metodología y los instrumentos de recolección de datos pueden ser la observación de las clases, la discusión con un par o grupo de trabajo, entrevistas, encuestas, grabaciones de clases, carpetas o trabajos de estudiantes, las planificaciones docentes y también las evaluaciones tradicionales para acreditación. Los sujetos sociales directa o indirectamente involucrados en la recolección de los datos y en la interpretación de los resultados tienen diferentes niveles de significación y su partición ayuda a la reconstrucción futura de la propuesta docente (Palou de Maté, 2001).

## **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA**

### **Sujetos y objetos de la intervención**

Las/os estudiantes que cursan Física General y Biológica son jóvenes comenzando, en su mayoría, a cursar el segundo año de las carreras. Para llegar a esta instancia, ellas/os debieron previamente recorrer el trayecto formativo de Matemática I y Matemática II, aprobando la evaluación final de la primera y la cursada de la segunda asignatura, por ser ambas correlativas de Física General y Biológica.

El objeto de estudio en las unidades temáticas propuestas se ubica a mitad del recorrido formativo de la asignatura y al llegar a esta instancia, las/os estudiantes adquirieron competencias relacionadas a tareas en grupos de manera colaborativa y cooperativa en el laboratorio y en el aula; trabajar en el laboratorio siguiendo un protocolo; manipular y medir con diferentes instrumentos; realizar registros, cálculos y análisis de datos y la elaboración de informes. Estas competencias pueden ser

apropiadas en diferentes tiempos y forma, porque el aula es un espacio heterogéneo integrada por estudiantes con variedad de intereses, experiencias previas, estilos de aprendizajes, tipos de inteligencias, entornos sociales y culturales (Anijovich y Cappelletti, 2017).

La matrícula de la asignatura en los últimos cinco años varió en el rango de 60 a 80 estudiantes, la que se divide al inicio de la cursada en dos comisiones de 30 a 40 jóvenes. En general son jóvenes entre 21 y 23 años que dependen económicamente de sus padres, no trabajan y no tienen hijos a cargo (Giletto et al., 2022). La población (n=69) está constituida por las/os estudiantes de segundo año de la asignatura Física General y Biológica, de las carreras que se dictan en la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Mar del Plata, del ciclo lectivo 2022. La muestra utilizada no coincidió con la población, siendo un total de 43 estudiantes los que participaron de la intervención pedagógica en el periodo académico analizado y fueron agrupados en equipos de 5-6 integrantes. A cada grupo se les asignó dos tutores, un docente graduado y un/a ayudante estudiante.

Las cinco docentes graduadas y las/os cuatro ayudantes estudiantes que conforman la asignatura participaron de la actividad. Se establecieron los grupos de trabajo, conformado por una docente graduada y un/a ayudante estudiante, quienes como tutores acompañaron a los grupos durante la intervención y administraron los diferentes recursos de evaluación. La responsable de la asignatura supervisó la tarea de los grupos de docentes.

### **Diseño y aplicación de los casos**

El proceso de intervención pedagógica presentó tres etapas temporales y espaciales: planificación, desarrollo y evaluación. En la primera etapa, de planificación, se realizó un amplio relevamiento bibliográfico de la documentación referida al estudio de casos, trabajo en grupos y los avances actuales de la enseñanza de la física en el nivel universitario. La característica primordial de la intervención es establecer vínculos entre los contenidos del programa académico de la asignatura de Física General y Biológica, en las unidades temáticas Calor y temperatura, Transmisión del calor y Luz y con algunas de las estrategias de acción y aptitudes que se evidencian en los perfiles profesionales.

El cronograma de actividades cuatrimestral fue elaborado con la finalidad que, las clases de Calor y temperatura, Transmisión del calor y Luz fueran modificadas en su distribución tradicional de la clase teórica expositiva primero y la clase de trabajos prácticos después, y fueran reemplazadas por un nuevo espacio curricular para llevar adelante la intervención pedagógica de análisis y resolución de

casos y el trabajo en grupos.

Se elaboraron seis casos vinculando el contenido disciplinar con diversos problemas de la vida profesional en concordancia con la formación de Ingenieras/os agrónomas/os y Licenciadas/dos en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Los casos fueron escritos como relatos que incluían personajes contando la historia y planteando una situación a resolver dentro del contexto profesional. Al final de cada caso se listaron ocho preguntas para que las y los estudiantes exploren y reflexionen sobre el caso (Wassermann, 1999) (Cajas 1, 2, 3, 4, 5 y 6) y los oriente al análisis y discusión de la resolución de manera progresiva. Posteriormente, se realizó la socialización y validación de los casos con el resto de los docentes graduados y estudiantes de la asignatura. Los relatos de los casos se aproximaron a la realidad profesional y presentaron un final abierto, con la finalidad de atrapar a los lectores y promover la discusión entre estudiantes.

Los casos fueron redactados incluyendo pasajes descriptivos del contexto donde se desarrollaron los sucesos, se incluyeron algunos datos e información de la disciplina, personajes con diferentes experiencias, a los grupos de estudiantes, y un dilema al final del relato para fomentar el debate abierto y que no se recurra a una sola respuesta simplista con una extensión que no superó el tamaño de una página. El relato de cada caso fue organizado en párrafos, en los primeros se realizó una representación general de la situación y se describen los objetos de estudio, luego se relatan los hechos ocurridos con los objetos de estudio y finalmente se presentan las situaciones que deben resolver los grupos presentado por uno de los personajes.

La lista de pregunta tiene como objetivo examinar la situación problemática, partiendo de un contexto general y disciplinar, siguiendo con el análisis de los acontecimientos y personajes, y finalmente las preguntas requieren evaluaciones, aplicaciones y propuestas de soluciones. La opinión de los docentes de la asignatura situándose en el lugar de las/os estudiantes como lectores, ayudaron revisar el escrito varias veces hasta llegar a la versión final.

## Los casos utilizados en el aula

### Caja 1:

#### “Muestreo en lotes de maíz”

Juan trabaja en una empresa de monitoreo de cultivos y tiene que muestrear hojas en lotes sembrados con maíz de varios productores del sudeste bonaerense. El supervisor le indica que, debe salir temprano el día del muestreo y tiene 4 horas para hacer el recorrido, recolectar las muestras y entregarlas al laboratorio, sin que las muestras sufran deterioro físico; y le sugiere que conserve las muestras en hielo a 0°C y utilice una heladera portátil.

En el depósito de la empresa encuentra varias heladeras portátiles de color verde, elige una que tiene un área total de 0,72 m<sup>2</sup>. Cada pared está compuesta por 2 cm de espesor de plástico y 1 cm de espesor de Telgopor. Elige una heladera y la coloca en la caja trasera de la camioneta. En ese momento, la temperatura de la heladera es de 20°C y del aire que la rodea es de 18°C y además la heladera absorbe el 85% de la radiación del Sol.

El día del muestreo, antes de comenzar con la recorrida, Juan compra una bolsa de 1,5 kg de hielo envasado a -5°C y lo coloca en el interior de la heladera, la que está protegida por una bolsa blanca. Luego de un tiempo, el hielo está a 0°C y alcanza el equilibrio térmico con la cara interna de la heladera (Telgopor). Mientras que, la cara exterior de la heladera (plástico) está a 21°C en equilibrio con el aire que la rodea. La heladera está en estado estacionario. Juan recorre tres lotes de productores y recolecta en cada uno tres muestras de hojas. Cada muestra (150 g y 21°C) la coloca en una bolsa de papel y en una de plástico en el interior de la heladera. Al terminar, vuelve a Balcarce, llega al laboratorio y entrega las muestras para su análisis luego de casi 4 horas desde su salida. El técnico del laboratorio revisa las muestras y le informa a Juan que las mismas estaban deterioradas y no se podían procesar para analizar, y el supervisor le sugirió que repita el muestreo a la semana siguiente.

Camino a su casa, Juan piensa “Que raro que se deterioraron las muestras, si compré la cantidad de hielo necesario teniendo en cuenta las características de la heladera y además llegué a tiempo ¿Qué ocurrió? ¿Qué no tuve en cuenta?” Juan preocupado por lo sucedido se acerca a tu grupo, les cuenta lo ocurrido y les pide ayuda para encontrar cuáles fueron las dificultades que tuvo y cómo puede resolver el problema para que no se repita la próxima vez que realice el muestreo. Para responder a Juan es aconsejable que primero respondan el siguiente cuestionario.

- 1- ¿Qué formas de propagación del calor intervienen en la heladera cuando la coloca en la camioneta?
- 2- El día de muestreo ¿Cuál de las formas de propagación de calor predomina en la heladera?
- 3- Desde el punto de vista térmico ¿Qué ocurre con las muestras de hoja en el interior de la heladera? Considere que las bolsas utilizadas en el muestreo no intervienen en el intercambio de calor.
- 4- Considerando que las muestras de hoja sufren deterioro físico cuando se funde la mitad del hielo ¿es suficiente la cantidad de hielo para conservarlas?
- 5- ¿Qué fue lo que Juan no tuvo en cuenta?
- 6- ¿Qué le recomiendan a Juan para que realice en el próximo muestreo?
- 7- El grupo tiene que realizar un reporte a Juan, contando lo sucedido y realizando una propuesta de mejora justificando con conceptos teóricos y con los cálculos correspondiente. Para realizar la presentación, les sugerimos que realicen un poster.

## Caja 2:

### “Frigorífico de papa”

Luis, productor agropecuario de Balcarce, necesita conocer si la cantidad de extractores de aire que tiene instalado en el frigorífico de papa son suficientes para que almacenar 500 toneladas en 60 días. Se acerca a la agronomía que está al lado de su casa, consulta con María, la Ingeniera Agrónoma, y agendan para ir juntos al campo al día siguiente.

En el campo, Luis recorre las instalaciones con María y ella anota en su agenda que el frigorífico tiene 4 paredes con un área total de 320 m<sup>2</sup> y cada pared está compuesta por hormigón (100 mm de espesor), poliestireno expandido (50 mm de espesor) y ladrillo (70 mm de espesor). El hormigón pintado de color blanco está en contacto con el aire exterior y el ladrillo pintado de color blanco con el interior del frigorífico. En ese momento, María registra que el termómetro en el interior del frigorífico y el ubicado en la pared exterior indican 25°C. El frigorífico tiene 3 extractores y cada uno extrae 2000 kcal h<sup>-1</sup>.

Luis le cuenta a María que, durante la temporada de cosecha, la temperatura promedio máxima del día es de 15°C, en equilibrio térmico con la cara externa del frigorífico y que la temperatura interior de la cámara de frío es 6°C, en equilibrio térmico con la cara interna. El techo y el piso están formados por materiales que permiten transferir cada uno 692 kcal h<sup>-1</sup>, cuando el frigorífico está en estado estacionario. Por temporada, la temperatura de campo promedio de los tubérculos, al momento de ingresar al frigorífico, es de 9°C y las mismas pierden por respiración en promedio 16 kcal por tonelada por hora cuando están almacenadas.

Al regresar a la oficina, María registra en su laptop los datos, procede a realizar los cálculos y piensa que “los extractores son suficientes teniendo en cuenta las especificaciones del frigorífico y lo que pierden las papas por disminuir la temperatura”. María consulta a tu grupo, y les pide ayuda para asesorar de la forma más conveniente a Luis. Para responder a María es aconsejable que primero respondan el siguiente cuestionario.

- 1- ¿Qué formas de propagación del calor intervienen en el frigorífico cuando María recorre las instalaciones?
- 2- Durante la temporada de cosecha ¿Cuáles son las formas de propagación de calor que predominan en el frigorífico?
- 3- ¿Qué ocurre con las papas desde que las ubica en la cámara de frío?
- 4- ¿Qué tiene que tener en cuenta María para determinar la cantidad de extractores que necesita?
- 5- ¿Qué le recomiendan a María que le sugiera a Luis?
- 6- El grupo tiene que realizar un reporte a María, contando lo sucedido y realizando una propuesta de mejora justificando con conceptos teóricos y con los cálculos correspondiente. Para realizar la presentación, les sugerimos que realicen un poster.

### Caja 3:

#### **“Un día en la playa”**

Un grupo de amigos decide pasar el domingo en la playa y llevan con ellos varias heladeras con frutas y bebidas. Francisco, le comenta al resto que va a preparar una heladera con frutas y Lionela le sugiere que conserve las frutas en una heladera portátil con hielo a 0°C.

La heladera es de color azul y tiene un área total de 0,72 m<sup>2</sup>. Cada pared está compuesta por 3 cm de espesor de plástico y 2 cm de espesor de un Telgopor. La coloca en la caja trasera de la camioneta y en ese momento, la temperatura de la heladera es de 25°C y del aire que la rodea es de 20°C. La heladera absorbe el 90% de la radiación solar.

El domingo a la mañana, Francisco compra 1,4 kg hielo envasado a -3°C y lo coloca en el interior de la heladera, la que está tapada por una bolsa blanca. Luego de un tiempo, el hielo está a 0°C y alcanza el equilibrio térmico con la cara interna de la heladera (Telgopor). Mientras que, la cara exterior de la heladera (plástico) está a 30°C en equilibrio térmico con el aire que la rodea. La heladera está en estado estacionario. Luego, Francisco se dirige a la frutería y compra 1 kg de manzana, 1 kg de pera y 1 kg de naranjas, todas a 30°C y las ubica en una bolsa de plástico en el interior de la heladera. Francisco pasa a buscar a sus amigos, Lionela y Juan, y se dirige a Villa Gesell. Al medio día, luego de 2 horas, Lionela al abrir la heladera, dice: “¡¡Las frutas están sumergidas en agua!!”

A la tardecita, ya en su casa, Francisco piensa “Que raro que se fundió todo el hielo, si compré la cantidad de hielo necesario mantener la fruta fresca con hielo ¿Qué ocurrió? ¿Qué no tuve en cuenta?” Francisco preocupado por lo sucedido se acerca a tu grupo, les cuenta lo ocurrido y les pide ayuda para encontrar cuáles fueron las dificultades que tuvo y cómo puede resolver el problema para que no se repita la próxima vez que saliera con sus amigos. Para responder a Francisco es aconsejable que primero respondan el siguiente cuestionario.

- 1- ¿Qué formas de propagación del calor intervienen en la heladera cuando la coloca en la camioneta?
- 2- El domingo ¿Cuál de las formas de propagación de calor predomina en la heladera?
- 3- Desde el punto de vista térmico ¿Qué ocurre con las frutas en el interior de la heladera? Considere que las bolsas que contiene a las frutas no intervienen en el intercambio de calor.
- 4- Considerando que las frutas se conservan bien con el 30% del hielo que compró originalmente ¿es suficiente la cantidad de hielo para conservarlas?
- 5- ¿Qué fue lo que Francisco no tuvo en cuenta?
- 6- ¿Qué le recomiendan a Francisco para que realice en la próxima salida a la playa?
- 7- El grupo tiene que realizar un reporte a Francisco, contando lo sucedido y realizando una propuesta de mejora justificando con conceptos teóricos y con los cálculos correspondiente. Para realizar la presentación, les sugerimos que realicen un poster.

#### Caja 4:

##### **“Cosecha de kiwis”**

Mariela, tesista del grupo de postcosecha, necesita realizar análisis de calidad en frutos de kiwi de ensayos ubicados en 10 lotes de productores de Mar del Plata. La directora de su trabajo de graduación le sugiere que, luego de cosechadas, las conserve en la cámara de frío a 8°C durante 3 días hasta que ingresen al laboratorio.

Mariela, revisa la cámara de frío que está apagada en ese momento, y registra que el termómetro en el interior del mismo y el ubicado en la pared exterior indican 25°C. Las paredes internas y externas están pintadas de gris y tienen un área total de 20 m<sup>2</sup>. Cada pared está compuesta por hormigón (100 mm de espesor), poliestireno expandido (50 mm de espesor) y ladrillo (70 mm de espesor). La cámara de frío tiene 1 extractor que remueve 400 kcal h<sup>-1</sup>. Además, la cámara absorbe por radiación el 50% del flujo de calor que transfiere por conducción.

El día del muestreo, ella enciende la cámara para que la temperatura interior alcance los 8°C, en equilibrio térmico con la cara interna y la temperatura del aire es de 25°C en equilibrio térmico con la cara externa de la pared. El techo y el piso están formados por materiales que permiten transferir cada uno 10 W, cuando la cámara está en estado estacionario. Posteriormente, entrevista a los productores, quienes le cuentan que, durante la temporada de cosecha, la temperatura de campo de los frutos es de 22°C en promedio y que la pérdida de calor por respiración es de 15 kcal por tonelada por hora cuando los frutos están almacenados la cámara de frío.

Al regresar a su oficina, Mariela registra en su laptop la información que obtuvo de los productores, los datos de la cámara de frío, e incluye que de la cosecha obtendrá 5 kg de frutos de cada unidad experimental, en un total de 12 unidades experimentales por lote de productor. Posteriormente, procede a realizar los cálculos y se pregunta “¿la cámara de frío permitirá almacenar a los frutos de kiwis de todos los ensayos al mismo tiempo?” Mariela consulta a tu grupo, y les pide ayuda para asegurar que los frutos de los ensayos de su tesis no se pierdan. Para responder a Mariela es aconsejable que primero respondan el siguiente cuestionario.

- 1- ¿Qué formas de propagación del calor intervienen en la cámara de frío cuando Mariela revisa la cámara?
- 2- Durante la temporada de cosecha ¿Cuáles son las formas de propagación de calor que predominan en la cámara?
- 3- ¿Qué ocurre con los frutos desde que los ubica en la cámara de frío?
- 4- ¿Qué tiene que tener en cuenta Mariela para determinar si la cámara soporta todos los frutos al mismo tiempo?
- 5- ¿Qué le recomiendan a Mariela para que no se deterioren las muestras?
- 6- El grupo tiene que realizar un reporte a Mariela, contando lo sucedido y realizando una propuesta de mejora justificando con conceptos teóricos y con los cálculos correspondiente. Para realizar la presentación, les sugerimos que realicen un poster.

## Caja 5:

### “Muestreo en ensayos de trigo”

Raúl, becario del área de agronomía, tiene que muestrear hojas de trigo de tres ensayos experimentales ubicados en el INTA Balcarce. La directora le sugiere que el día del muestreo salga a las 8 h y vuelva a las 13 h para entregar las muestras al laboratorio, sin que las muestras sufran deterioro físico; y le sugiere que conserve las muestras en hielo a 0°C y utilice una heladera portátil.

En el altillo de su casa Raúl encuentra una heladera portátil de color blanca que tiene un área total de 0,72 m<sup>2</sup>. Cada pared está compuesta por 2 cm de espesor de plástico y 1 cm de espesor de Telgopor. Elije una heladera y la coloca en la caja trasera de la camioneta, en ese momento, la temperatura de la heladera es de 15°C y del aire que la rodea es de 10°C.

El día del muestreo, Raúl compra una bolsa de 1 kg de hielo envasado a -8°C y lo coloca en el interior de la heladera, la que está protegida por una bolsa blanca. Luego de un tiempo, el hielo está a 0°C y alcanza el equilibrio térmico con la cara interna de la heladera (Telgopor). Mientras que, la cara exterior de la heladera (plástico) está a 10°C en equilibrio térmico con el aire que la rodea. La heladera está en estado estacionario. Raúl recorre los tres ensayos y recolecta en cada uno muestras de hojas en 6 parcelas. La muestra de cada parcela (150 g y 12°C) la coloca en una bolsa de papel y en una de plástico en el interior de la heladera. Al terminar, llega al laboratorio y entrega las muestras para su análisis luego de casi 4 horas desde su salida. Marisa, técnica del laboratorio revisa las muestras y le informa a Raúl que las mismas estaban deterioradas y no se podían procesar para analizar, y le sugiere que repita el muestreo a la semana siguiente.

Camino a la oficina de becarios, Raúl piensa “Que raro que se deterioraron las muestras, si compré la cantidad de hielo necesario teniendo en cuenta la cantidad de muestras de hoja que cosecharía y lo hice en menos tiempo del que me indicó la directora ¿Qué ocurrió? ¿Qué no tuve en cuenta?” Raúl preocupado por lo sucedido se acerca a tu grupo, les cuenta lo ocurrido y les pide ayuda para encontrar cuáles fueron las dificultades que tuvo y cómo lo puede resolver el problema para que no se repita la próxima vez que realice el muestreo. Para responder a Raúl es aconsejable que primero respondan el siguiente cuestionario.

- 1- ¿Qué formas de propagación del calor intervienen en la heladera cuando la coloca en la camioneta?
- 2- El día de muestreo ¿Cuál de las formas de propagación de calor predomina en la heladera?
- 3- Desde el punto de vista térmico ¿Qué ocurre con las muestras de hoja en el interior de la heladera? Considere que las bolsas utilizadas en el muestreo no intervienen en el intercambio de calor.
- 4- Considerando que las muestras de hoja sufren deterioro físico cuando se funde 1/3 del hielo ¿es suficiente la cantidad de hielo para conservarlas?
- 5- ¿Qué fue lo que Raúl no tuvo en cuenta?
- 6- ¿Qué le recomiendan a Raúl para que realice en el próximo muestreo?
- 7- El grupo tiene que realizar un reporte a Raúl, contando lo sucedido y realizando una propuesta de mejora justificando con conceptos teóricos y con los cálculos correspondiente. Para realizar la presentación, les sugerimos que realicen un poster.

## Caja 6:

### “Cosecha de tubérculos de papa”

Carolina, tesista del grupo “Relaciones Suelo-Cultivo”, necesita realizar análisis químicos en tubérculos de papa, de ensayos ubicados en 8 lotes de productores del sudeste bonaerense. La directora de su trabajo de graduación le sugiere que, luego de cosechadas, las conserve en la cámara de frío a 6°C durante 2 días hasta que ingresen al laboratorio.

Ella, revisa la cámara de frío que está apagada en ese momento, y registra que el termómetro en el interior del mismo y el ubicado en la pared exterior indican 25°C. Las paredes internas y externas están pintadas de blanco y tienen un área total de 20 m<sup>2</sup>. Cada pared está compuesta por hormigón (100 mm de espesor), poliestireno expandido (50 mm de espesor) y ladrillo (70 mm de espesor). La cámara de frío tiene 1 extractor que remueve 290 kcal h<sup>-1</sup>.

El día del muestreo, Carolina enciende la cámara para que la temperatura interior alcance los 6°C, en equilibrio térmico con la cara interna y la temperatura del aire es de 23°C en equilibrio térmico con la cara externa de la pared. El techo y el piso están formados por materiales que permiten transferir cada uno 15 W, cuando la cámara está en estado estacionario. Carolina se dirige hacia los lotes y entrevista a los productores, quienes le cuentan que, durante la temporada de cosecha, la temperatura de campo de los tubérculos es de 13°C en promedio y que la pérdida de calor por respiración es de 16 kcal por tonelada por hora cuando los tubérculos están almacenados en la cámara de frío.

Al regresar a su oficina, Carolina registra en su laptop la información que obtuvo de los productores, los datos de la cámara de frío, e incluye que de la cosecha obtendrá 6 kg de tubérculos de cada unidad experimental, en un total de 15 unidades experimentales por lote de productor. Posteriormente, procede a realizar los cálculos y se pregunta “¿la cámara de frío permitirá almacenar a los tubérculos de todos los ensayos al mismo tiempo?” Carolina consulta a tu grupo, y les pide ayuda para asegurar que los tubérculos de los ensayos de su tesis no se pierdan. Para responder a Carolina es aconsejable que primero respondan el siguiente cuestionario.

- 1- ¿Qué formas de propagación del calor intervienen en la cámara de frío cuando Carolina revisa la cámara?
- 2- Durante la temporada de cosecha ¿Cuáles son las formas de propagación de calor que predominan en la cámara?
- 3- ¿Qué ocurre con los tubérculos desde que los ubica en la cámara de frío?
- 4- ¿Qué tiene que tener en cuenta Carolina para determinar si la cámara soporta todos los tubérculos al mismo tiempo?
- 5- ¿Qué le recomiendan a Carolina para que no se deterioren las muestras?

El grupo tiene que realizar un reporte a Carolina, contando lo sucedido y realizando una propuesta de mejora justificando con conceptos teóricos y con los cálculos correspondiente. Para realizar la presentación, les sugerimos que realicen un poster

Previo a la intervención pedagógica se diseñó y gestionó una encuesta individual (Gurdián-Fernández, 2010) para explorar por este medio el nivel de conocimiento de los saberes previos. La encuesta contenía siete afirmaciones cualitativas y las/os estudiantes debieron indicar si eran verdaderas o falsas y justificar sus elecciones. La administración de la encuesta se realizó mediante un formulario de Google (Caja 1 del Anexo). También se diseñaron encuestas semiestructuradas (Hansen, 2013) para aplicar a estudiantes y docentes al finalizar la actividad y conocer sus opiniones sobre la intervención pedagógica. Las preguntas se dividieron en cuatro partes, en la primera se averiguó sobre

los casos y el trabajo en grupos, en la segunda, se indagó sobre el material bibliográfico y de lectura consultado, en la tercera se consultó, según la encuesta, sobre el desempeño de estudiantes y docentes, y en la cuarta se recolectó opiniones sobre la intervención pedagógica (Cajas 2 y 3 del Anexo). Desde la perspectiva didáctica, se plantearon estas encuestas como metodologías para el mejoramiento de la estrategia de enseñanza y de las prácticas docentes (Litwin, 2001).

En la segunda etapa (de desarrollo), durante la intervención didáctica en el aula, de manera general se describió la estructura del caso y explicó la consigna de la actividad, utilizando uno de los casos como modelo. Posteriormente, a cada grupo se les entregó el caso, se les otorgó un tiempo para leer y comprender la consigna para la socialización de las certezas e incertidumbres. Se les asignó un tiempo en el aula y fuera de la misma y un espacio en el entorno virtual para realizar y resolver la actividad, correspondiendo a 15 días en total. El aprendizaje por medio de casos requiere tiempos prolongados para dar el espacio y tiempo para pensar, para buscar diferentes fuentes teóricas, nuevas fuentes de análisis y para responder el problema que se plantea. El período temporal de desarrollo de la intervención pedagógica correspondió al mes de mayo del 2022.

La producción final fue un póster científico-académico, para realizarlo cada grupo utilizó una plantilla de PowerPoint ubicada en el aula virtual y fue corregida mediante una rúbrica (Anijovich y Cappelletti, 2017). Los aspectos: Comprensión de la situación problemática, planificación de estrategias para la resolución, resolución de la situación problemática, comunicación de los resultados y disposición de trabajo en grupo y se los asoció con una escala de valoración literal: experto, intermedio y novato. Además, a cada aspecto se realizaron comentarios cualitativos. La rúbrica permitió valorar la tarea y producción de cada grupo, reconocer el valor de las fuentes, la originalidad de la construcción, la síntesis o conclusión elaborada, la claridad conceptual y la atención a la norma de escritura y presentación. Las/os estudiantes examinaron las devoluciones y si era requerido entregaron nuevamente el póster mejorado, a los efectos de profundizar en sus aprendizajes y ser utilizado como material de estudio confiable. Cada grupo obtuvo una escala de calificación cualitativa de tres grados: Experto, Intermedio y Novato. La evaluación debe ser parte de la enseñanza y del aprendizaje, ya que se constituye y entrelaza en todo el proceso (Celman, 2001) debe acompañar a las y los estudiantes mientras aprenden, para poner en juego sus saberes, visibilizar sus logros y aprender a reconocer sus fortalezas y debilidades y de esta manera toman conciencia de su propio aprendizaje. La rúbrica para registrar y ponderar el producto elaborado por los grupos, facilita la transparencia de los criterios de evaluación cumpliendo con la función de ser formativa, mientras las y los estudiantes ejercitan la autoevaluación y evaluación entre pares de manera combinada (Anijovich y Cappelletti, 2017; Anijovich y González, 2021).

En la tercera etapa, de evaluación, durante la clase, se registró la secuencia de los sucesos, se identificó la diferencia entre lo ocurrido en la realidad frente a lo planificado, junto con los aciertos y las dificultades. Esto permitió cuestionar todo el contexto de la innovación pedagógica. La experiencia de intervención pedagógica se evaluó mediante el análisis de los resultados obtenidos de los registros narrativos de los docentes y las encuestas semiestructuradas (Hansen, 2013) respondidas por estudiantes y docentes. En el espacio Moodle de la asignatura se generó una “Bitácora del estudiante” y una “Bitácora del docente” como metodologías de indagación narrativa con el fin de tomar notas a lo largo del proceso y que sirva de registro para la evaluación de la intervención desde el enfoque narrativo (Blanco, 2006).

El periodo temporal de la intervención pedagógica tuvo tres instancias. La primera, planificación, ocupó los meses de febrero y marzo de 2022. La segunda, desarrollo, correspondió al mes de mayo de 2022 Y la tercera, evaluación, involucró los meses de junio y mediados de julio de 2022. La finalización de la intervención pedagógica coincidió con la terminación del período lectivo del primer cuatrimestre.

La base datos y la representación de tablas o gráficos fue construida con el programa Excel y el análisis de los datos se realizó aplicando el paquete estadístico INFOSTAT. Software Estadístico, Versión 2008 (Balzarini et al., 2008), para realizar análisis descriptivos y distribuciones de frecuencias.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Sujetos y objetos de la intervención

Inicialmente se analizaron los aspectos descriptivos estadísticos de la muestra de estudiantes que cursaron Física General y Biológica durante el 2022. Posteriormente, se analizaron los desempeños académicos durante la cursada y durante la intervención pedagógica. La población de análisis correspondió a sesenta y nueve estudiantes (n=69) que cursaron Física General y Biológica de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, de los cuales cincuenta y nueve estudiantes (n=59) correspondieron a la Carrera de Ingeniería Agronómica, siete (n=7) a la Carrera de Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y tres (n=3) a la Licenciatura en Producción Animal. El grupo de estudiantes se conformó por jóvenes entre 21 y 23 años con predominio masculino (75,4%), similar a los descripto en cohortes anteriores de estudiantes (Giletto et al., 2022).

El desempeño de las/os estudiantes durante la cursada mostró que, del total de inscriptos, el 55%, 32% y 13% aprobaron, desaprobaron y abandonaron la cursada, respectivamente (Figura 1). Entre los que aprobaron la cursada (n=38), el desempeño correspondió a 45%, 50% y 5% de aprobados (notas entre 4 y 5), buenos (notas entre 6 y 7) y distinguidos (nota = 8), respectivamente. El porcentaje de aprobados estuvo por debajo del rango histórico de la asignatura (68%-83%) para el período comprendido entre 2017 y 2021. Mientras que, el porcentaje de desaprobados fue superior al rango de los últimos cinco años (2%-24%). Se destaca la elevada proporción de estudiantes que abandonaron la cursada previo a la primera evaluación parcial (n=9), siendo en general estudiantes que se inscriben, no inician a cursar y si lo realizan abandonan a las pocas semanas. El rango de abandono varió de 5%-15% en los últimos cinco años. Respecto a las/os estudiantes que desaprobaron la asignatura (n=22), el 73% perdió la cursada luego de rendir el primer parcial o su recuperatorio (n=16) y el 27% perdió la cursada luego del rendir el segundo parcial o su recuperatorio. Las/os 43 estudiantes que aprobaron el primer parcial y/o su recuperatorio fueron los que participaron de la intervención pedagógica. Probablemente, el rendimiento académico estuvo influenciado por el efecto residual del aislamiento social preventivo y obligatorio por el COVID-19 decretado para los años 2020 y 2021. La mayoría de los estudiantes, durante estos dos años cursaron el último año del nivel secundario, ingreso y primer año del nivel universitario de manera virtual acompañados de las dificultades generadas para muchos de las/os estudiantes en lo formativo, acceso a la conectividad, psicológico y social. Si bien, con el retorno a la presencialidad, las/os estudiantes mostraron entusiasmo, compromiso y motivación para realizar las actividades académicas en las clases teóricas y prácticas durante la cursada, esto no fue manifiesto en el rendimiento académico.

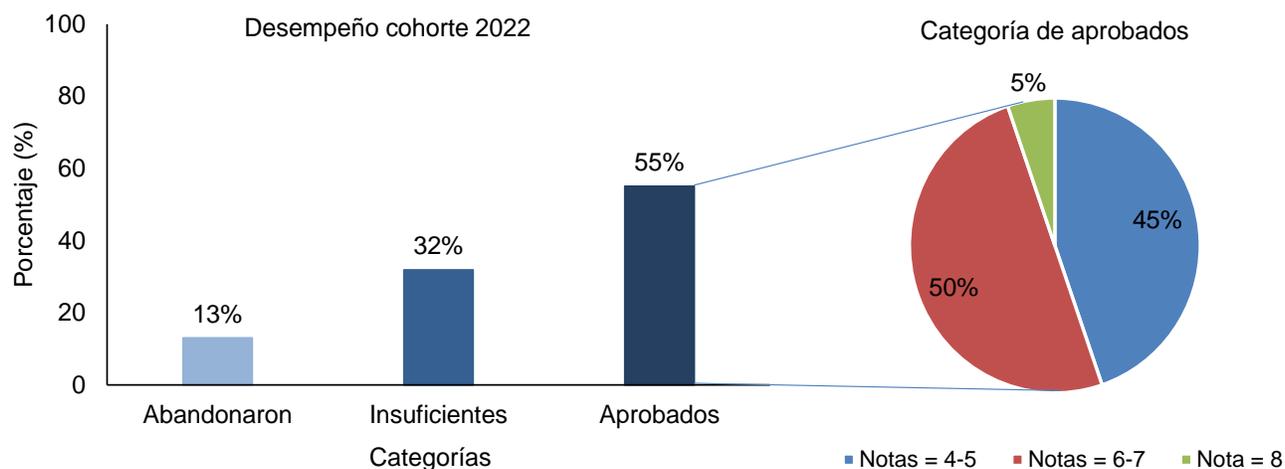


Figura 1: Distribución porcentual del desempeño de los estudiantes durante el ciclo lectivo 2022.

La asignatura se dicta durante 17 semanas del primer cuatrimestre de cada ciclo lectivo. Las unidades temáticas seleccionadas para realizar la intervención didáctica se ubicaron a mitad del recorrido formativo de la asignatura (y están constituidas por contenidos básicos y necesarios para comprender diferentes fenómenos que ocurren en la naturaleza. Los contenidos disciplinares que implicaron la actividad fueron:

*Calor y temperatura: Temperatura. Escalas termométricas. Calor. Concepto y unidades. Capacidad calorífica y calor específico. Calorimetría. Cambios de estado. Punto normal de transformación. Calor latente de transformación. Mecanismo de propagación del calor. Conducción. Ley de Fourier. Convección. Radiación. Ley de Steffan. Emisor ideal. Naturaleza y propagación de la luz: Dualidad onda-partícula. Onda electromagnética. Velocidad de la luz. Longitud de onda. Frecuencia. Ecuación de Einstein. Espectro electromagnético. Dispersión de la luz. Propagación de la luz. Reflexión y refracción. Ley de Snell. Energía del fotón. Ley de Planck. Absorción. Emisión. Transmisión.*

### Diseño y aplicación de los casos

En la etapa de planificación, los seis casos fueron diseñados como narraciones para enseñar un tema y con el fin de aplicar en la intervención pedagógica, todos los casos tuvieron similar estructura,

una introducción a la temática, la descripción narrativa de la situación y de los sucesos y un planteo del problema a resolver (Cajas 1, 2, 3, 4, 5 y 6). El grupo de estudiantes fue incluido en la narrativa con la finalidad de ser partícipes de la resolución de la situación planteada, ya que al finalizar la narrativa se simula la consulta de uno de los personajes hacia el grupo. Los casos invitaron a diferentes resoluciones y los grupos debieron proponer diferentes alternativas y realizar recomendaciones.

*Una de las características más interesantes de los casos es su flexibilidad. Un caso no equivale a una serie de hechos intransigentes, sino que puede ser usado para examinar distintos problemas. Casos que han sido usados muchas veces en el pasado cobran nueva vida, y la capacidad de los buenos casos para abrir nuevas vías de conocimiento hace que su utilidad para la enseñanza se prolongue en el tiempo (Wassermann, 1999. p. 116).*

Los casos fueron estrategias didácticas utilizadas para favorecer el aprendizaje de los temas seleccionados de la disciplina Física y facilitar la relación entre la teoría y la práctica profesional ante una situación contextualizada. Aunque los casos fueron diferentes, tuvieron consideraciones generales e incluían información relevante como datos, opiniones, situaciones y contextos con la finalidad de favorecer la comprensión y análisis crítico. La redacción de los casos fue revisada por los integrantes docentes de la asignatura para su revisión, análisis y resolución. A partir de sus devoluciones, la redacción final de los casos fue mejorada y reelaborada. La narración de los casos incluyó la descripción del contexto, el desarrollo y del planteo de la situación y la lista de preguntas para orientar a las/os estudiantes en su análisis.

Previo a la intervención pedagógica en el aula, las/os estudiantes respondieron con verdadero o falso una encuesta de saberes previos que contenía siete afirmaciones (Caja 1 del Anexo). Abordar en primera instancia al saber previo de las/os estudiantes facilita un acercamiento no traumático al tema y una relación docente-estudiante más horizontal, ya que la tarea se inicia desde un lenguaje común. Esto permite a las/os estudiantes tomar conciencia de sus ideas previas, lo que disminuiría su interferencia en el aprendizaje y resulta a la vez motivador. Las afirmaciones, mediante experiencias empíricas, permitieron evaluar aspectos teóricos básicos y específicos de la intervención pedagógica. Los resultados reportaron que, el 86 % respondieron de manera apropiada tres de las siete preguntas, las que abordaban conocimientos sobre energía calórica y propagación del calor por conducción y convección. Mientras que, sólo el 23% respondieron de manera correcta las cuatro preguntas restantes, dejando demostrado la confusión entre los conceptos de calor y temperatura, de vaporización y ebullición y de emisión y reflexión de la radiación (Tabla 1). Esto permitió identificar las percepciones de las/os estudiantes por sus saberes previos y sus propias vivencias que tienen de los conceptos más

relevantes de la temática.

Tabla 1: Distribución porcentual de las respuestas seleccionadas por las/os estudiantes en la encuesta de saberes previos.

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7
	La superficie del suelo cuando se enfría pierde temperatura	El calor es energía en tránsito	En la escala térmica Celsius, el agua se evapora a los 100 grados	Un joven con una cuchara de metal agita agua en ebullición contenida en una taza y al cabo de unos minutos la mano que sostiene la cuchara percibe cambios de temperatura	En una vivienda calefaccionada, el aire interior se mueve de un lugar a otro por diferencia de temperatura	La luz viaja por el espacio, llega a un espejo y parte de la luz se refleja	Un joven sentado en una plaza emite ondas electromagnéticas a todos los objetos que lo rodea
	.....(%).....						
VERDADERO	73	91	77	91	77	77	18
FALSO	27	9	23	9	23	23	82
Respuesta correcta	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO

En la etapa del desarrollo de la intervención pedagógica, se realizó la ejecución de las actividades dentro y fuera del aula. Luego de presentar los casos, se solicitó a las/os estudiantes que formaran los grupos de 5 o seis integrantes para leer, identificar y analizar la situación problemática, y formular interrogantes previos a iniciar la resolución. Además, tuvieron que buscar información para responder los interrogantes y ensamblar a esto la búsqueda bibliográfica utilizando principalmente los recursos disponibles en el aula virtual y en la web. Durante la clase en el aula, dos docentes, uno graduado y uno estudiante tutoraron de manera simultánea a dos grupos, quienes orientaron la discusión haciendo preguntas, realizando sugerencias y ayudando a las/os estudiantes a reflexionar e identificar la información requerida.

En la primera clase en el aula, se presentó la metodología a las/os estudiantes, se les explicó que, la forma de trabajo posee diferencias de la tradicional, la situación problemática tiene múltiples caminos de resolución, el intercambio de opiniones es más importante que el procedimiento de resolución, ellos eran los protagonistas del aprendizaje supervisados por el docente y, la evaluación del grupo sería de manera continua utilizando como instrumento la rúbrica. Posteriormente, se les concedió un tiempo para realizar la lectura de los casos y de la lista de preguntas, los grupos tuvieron un espacio para aclarar conceptos o términos y compartir los significados; identificaron y definieron el problema; analizaron la situación propuesta; expusieron una lluvia de ideas, organizaron y

establecieron relaciones entre estas; determinaron los aspectos de la situación problemática que debieron ser investigados con mayor tiempo y listaron la información adicional que necesitaron para la resolución. Al finalizar la clase, algunos habían comenzado a bosquejar la resolución de la situación planteada y otros efectuaron una propuesta más elaborada. En la segunda clase, los grupos continuaron con el trabajo y plantearon alternativas de resolución según la información que seleccionaron. Al finalizar los encuentros presenciales, los grupos tuvieron un tiempo fuera del aula para realizar la entrega del trabajo final.

Las/os docentes, durante la clase, observamos la conducta individual y el funcionamiento del grupo, comprobamos el trabajo que realizaron y en función a esto supervisamos y proporcionamos orientaciones y sugerencias y, convocarlos nuevamente a la tarea cuando se dispersaron hacia otros temas por mucho tiempo. Esto último fue realizado alentando las estrategias que los grupos realizaban, sin expresar opiniones, sin responder preguntas directas, dejando que el grupo trabaje durante el proceso en forma independiente. Les sugerimos que escuchen y respeten las ideas de todos los integrantes del grupo, que fueran tolerantes y que pregunten a las/os tutores si tenían dudas. En el aula virtual las/os estudiantes tuvieron la siguiente consigna para realizar el trabajo final:

*Cada grupo tiene que realizar un reporte del “CASO” con el fin de ayudar a los personajes a encontrar la solución y realizar una propuesta de mejora justificando con conceptos teóricos y con los cálculos correspondiente. En la tabla encontrarán datos de constantes. Para realizar la presentación, les sugerimos que realicen un POSTER con el archivo “Power Point” publicado en el espacio de Moodle. Para realizar el POSTER le sugerimos a cada grupo seguir los siguientes pasos:*

1. *Descargar el archivo “POSTER CASOS”. La plantilla es un modelo sugerido para completar, sólo recomendamos respetar los tamaños de fuente.*
2. *Completar las diferentes secciones del POSTER utilizando los recursos y materiales de consulta del tema. Les sugerimos incluir fotos, esquemas e imágenes para ilustrar.*
3. *Entregar el POSTER a través del BUZÓN DE ENTREGA. Para esta tarea tienen tiempo hasta el lunes 6 de junio 23:59. Sólo uno de los integrantes del grupo (seleccionado por ustedes) realizará la carga del POSTER, que se deberá nombrar de la siguiente manera: “nombre del grupo-docente tutora”. Por ejemplo: ALFA-SANDRA.*
4. *La tarea será corregida con la siguiente rúbrica de evaluación.*

Cada grupo entregó un póster científico-académico como trabajo final, diseñado con la finalidad de presentar el problema, las estrategias de resolución y las propuestas de mejora justificando con conceptos teóricos. El grupo tuvo que considerar que debía presentar la propuesta al técnico/a que llegó a ellos con la consulta y para realizarlo accedieron a la plantilla de PowerPoint desde el aula virtual. Los docentes tutores corrigieron el póster académico-científico utilizando una rúbrica (Tabla 2) en los aspectos comprensión de la situación problemática, planificación de las estrategias de resolución, resolución de la situación problemática, comunicación de los resultados y disposición de trabajo en equipo y alcanzando los niveles de experto, intermedio y novato. La rúbrica fue una guía para asignar el puntaje y permite que, las/os estudiantes conozcan los criterios que las docentes utilizaron para evaluar el desempeño del grupo, constituye una herramienta que guía la realización de la tarea y el proceso de autoevaluación grupal (Van Gool, 2009).

Tabla 2: Rúbrica utilizada para evaluar la resolución del caso

	EXPERTO Distinguido	INTERMEDIO Aprobado	NOVATO Desaprobado	Comentario cualitativo
Comprensión de la situación problemática	Identifican los elementos explícitos de la situación planteada. Explican la situación planteada. Identifican los enigmas. Reconocen la información faltante. Reflexionan sobre la teoría para interpretar los datos. Visualizan gráfica y/o geoméricamente el problema. <b>2 puntos</b>	Identifican parcialmente los elementos explícitos de la situación planteada No siempre explican la situación planteada. Identifican los enigmas. No reconocen la información faltante. Reflexionan superficialmente sobre la teoría para interpretar los datos. Visualizan someramente gráfica y/o geoméricamente el problema. <b>1 punto</b>	No identifican elementos explícitos de la situación planteada. No explican la situación planteada. No identifican los enigmas. No reconocen la información faltante. No reflexionan sobre la teoría para interpretar los datos. No visualizan gráfica y/o geoméricamente el problema. <b>0 punto</b>	
Planificación de estrategias para la resolución	Buscan, seleccionan y procesan toda la información necesaria para la resolución de la situación planteada. Descomponen el problema en partes. <b>2 puntos</b>	Buscan, seleccionan y procesan alguna información para la resolución de la situación planteada. Descomponen parcialmente el problema en partes. <b>1 punto</b>	No buscan, seleccionan ni procesan la información necesaria para la resolución de la situación planteada. No descomponen el problema en partes. <b>0 punto</b>	
Resolución de la situación problemática	Seleccionan un método de resolución. Siguen la secuencia de resolución planificada. Evalúan los resultados intermedios. <b>2 puntos</b>	Seleccionan un método de resolución. Siguen la secuencia de resolución planificada. No evalúan los resultados intermedios. <b>1 punto</b>	No seleccionan el método de resolución más adecuado No siguen la secuencia de resolución planificada No evalúan los resultados intermedios. <b>0 punto</b>	
Comunicación de los resultados	Comunican los resultados en un lenguaje comprensible usando la notación que corresponda. Fundamentan el resultado. <b>2 puntos</b>	Comunican los resultados en un lenguaje pobre de término específicos. Fundamentan el resultado en forma incompleta. <b>1 punto</b>	No comunican los resultados en un lenguaje comprensible usando la notación que corresponda. No fundamentan el resultado. <b>0 punto</b>	
Disposición de trabajo en equipo	Todos participan activamente y trabajan en forma independiente <b>2 puntos</b>	La mayoría participa de manera activa, pero a veces necesitan ayuda <b>1 punto</b>	No participan activamente y no trabajan de manera independiente. <b>0 punto</b>	

Cada grupo obtuvo una calificación y comentarios cualitativos en cada uno de los aspectos evaluados. De los doce grupos que participaron de la intervención pedagógica, ocho (67%) alcanzaron el nivel de experto e intermedio, tres grupos (25%) alcanzaron el nivel de novato y uno (8%) no entregó

el trabajo final (Figura 2). Aquellos grupos que alcanzaron el nivel de novato tuvieron la opción de volver a entregar el póster científico-académico corregido en función a las observaciones realizadas por los tutores en cada uno de los aspectos considerados. Los grupos que no entregaban el trabajo final tuvieron una inasistencia en las clases prácticas que incluían estas actividades. En general, los grupos que alcanzaron el nivel de experto, comprendieron la situación planteada, visualizaron el problema y reflexionaron sobre la teoría, analizaron la situación y describieron, planificación y mostraron un procedimiento de resolución y los cálculos utilizados, fundamentan con conceptos teóricos la situación planteada y los resultados obtenidos. Los integrantes de los grupos participaron en forma activa e independiente durante toda la trayectoria de la intervención pedagógica. Los grupos que alcanzaron el nivel intermedio, las mayores dificultades las presentaron en la planificación y procedimiento de resolución que la realizaron en forma incompleta. Las dos categorías de grupos concluyen dando diferentes propuestas de resolución y de mejora según los resultados obtenidos en cada caso.

Del análisis de los resultados de las rúbricas, se desprende que, los grupos lograron la integración de saberes para alcanzar una o varias respuestas de solución de la situación planteada, la adquisición de competencias relacionadas al trabajo en equipo como lo realizaría los profesionales en actividad. Los grupos que alcanzaron el nivel de novato, presentaron dificultades para realizar la planificación de las estrategias de resolución y realizar la resolución en forma completa y tuvieron dificultades en alcanzar propuestas de mejoras. Los pósteres presentados mostraron que las/os estudiantes tuvieron ciertas dificultades en organizar la información y en la elaboración de una conclusión. Esto coincide con lo citado por Carlino (2005), quién indica que:

*Los estudios en alfabetización académica constatan que la lectura y escritura exigidas en la Universidad se aprenden en ocasión de enfrentar las prácticas de producción discursiva y consulta de texto propios de cada materia.*

En general, independientemente del nivel alcanzado, algunos grupos incluyeron imágenes ilustrativas y en otros superaron los límites sugeridos para la realización del póster científico-académico demostrando dificultades para seleccionar la información a presentar. Si bien a los grupos que alcanzaron los niveles de novato y los que no entregaron la actividad final se les otorgó un plazo para entregar sus producciones para mejorar su desempeño en esta temática, ninguno de los grupos aprovechó la oportunidad, probablemente debido a que la nota no aportaba a la calificación final y la inasistencia no los afectó en el recuento total de la cursada. Por otra parte, los tutores docentes cumplieron la función de facilitadores, ofreciendo orientación y asesoramiento para ayudar el proceso de aprendizaje. En la etapa de desarrollo de la intervención pedagógica, la trayectoria de la misma se ajustó a lo planificado en su totalidad.

### Póster científico-académico

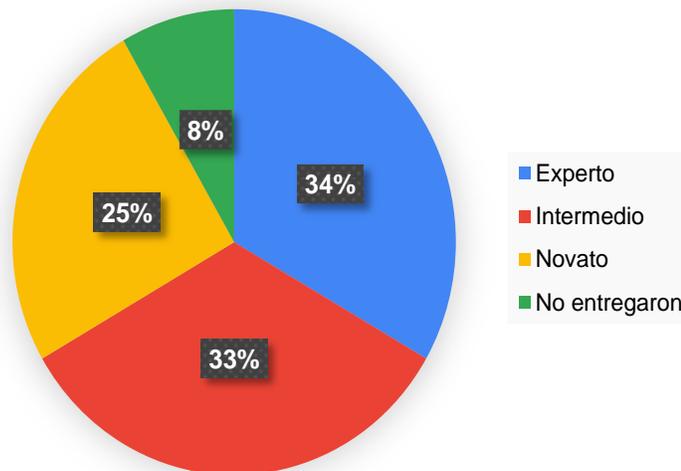


Figura 2: Distribución porcentual del desempeño de las/os estudiantes en la resolución del caso mediante el póster científico-académico.

Además, en la evaluación tradicional del segundo parcial, se incluyó un problema que incluía la información necesaria para que las/os estudiantes lo pudieran resolver de manera individual y un inciso en el que podían expresar con sus palabras alguna sugerencia de recomendación de mejora. A continuación, se muestran los enunciados para los diferentes temas de la evaluación:

*Tema 1: Una habitación tiene un área total de  $24 \text{ m}^2$  y las paredes están compuestas por 5 cm de espesor de madera y 10 cm de espesor de ladrillo macizo. En el estado estacionario, la cara exterior (ladrillo) está a  $20^\circ\text{C}$  y en equilibrio con el entorno y la cara interior (madera) está a  $5^\circ\text{C}$ . El techo y el piso están aislados térmicamente. Calcular: a) resistencia equivalente de las paredes; b) flujo de calor por conducción y cantidad de calor (kcal) que transfieren las paredes luego de dos horas; c) flujo de calor que emiten las paredes de color azul y cantidad de calor (kcal) que emiten las paredes luego de dos horas; d) ¿Qué recomendaciones sugerís para reducir la emisión de calor por radiación? Justifique la respuesta con conceptos teóricos. Datos: coeficiente de conducción del ladrillo macizo =  $0,9 \text{ W/mK}$ ; coeficiente de conducción de la madera =  $0,2 \text{ W/mK}$ ; emisividad =  $0,9$ ; constante de Stefan-Boltzmann =  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ ;  $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$ .*

*Tema 2: Una habitación tiene un área total de  $24 \text{ m}^2$  y las paredes están compuestas por 5 cm de espesor de yeso y 10 cm de espesor de ladrillo hueco. En el estado*

*estacionario, la cara exterior (ladrillo) está a 25°C y en equilibrio con el entorno y la cara interior (yeso) está a 10°C. El techo y el piso están aislados térmicamente. Calcular: a) resistencia equivalente de las paredes; b) flujo de calor por conducción y cantidad de calor (kcal) que transfieren las paredes luego de dos horas; c) flujo de calor que emiten las paredes de color verde y cantidad de calor (kcal) que transfieren las paredes luego de dos horas; d) ¿Qué recomendación sugerís para reducir la transferencia de calor por conducción? Justifique la respuesta con conceptos teóricos. Datos: coeficiente de conducción del ladrillo hueco = 0,5 W/mK; coeficiente de conducción del yeso = 0,3 W/mK; emisividad = 0,8; constante de Stefan-Boltzmann =  $5,67 \times 10^{-8}$  W/m<sup>2</sup> K<sup>4</sup>; 1 cal = 4,186 J.*

De las/os 43 estudiantes que participaron de la intervención pedagógica, el 42%, 51% y 7% aprobaron, desaprobaron y estuvieron ausentes en la pregunta de la evaluación del segundo parcial, respectivamente. Entre los que aprobaron la pregunta (n=18), el desempeño correspondió a 11%, 56%, 22% y 11% de aprobados (notas entre 4 y 5), buenos (notas entre 6 y 7), distinguidos (nota = 8) y sobresaliente (nota=10), respectivamente. La diferencia entre los resultados obtenidos en la rúbrica de los casos y en la evaluación parcial probablemente sea debido que el trabajo grupal enmascaró los desempeños individuales de algunos de las/os estudiantes. Por lo tanto, si bien la propuesta didáctica fue novedosa y motivadora, requiere de ajustes para que los resultados deseados en los aprendizajes se expresen en la evaluación tradicional, ya que esta desde el punto de vista reglamentario ésta sigue siendo el instrumento de acreditación para el nivel institucional.

### **Las voces de los tutores**

En la etapa de evaluación de la intervención pedagógica, los tutores respondieron una encuesta semiestructurada y realizaron registros narrativos. La encuesta estuvo organizada en tres secciones para recabar opiniones sobre la caracterización de los casos, el material de lectura y el desempeño de las/os estudiantes (Caja 2 del Anexo). Cada sección contenía varias afirmaciones que, las/os encuestadas/os debían seleccionar si estaban completamente de acuerdo o en desacuerdo, incluyendo niveles intermedios. Del análisis de los resultados se pudo establecer que, las/os encuestadas/os estuvieron de acuerdo en que los casos estuvieron diseñados como instrumentos de intervención pedagógica para comprender los aspectos más relevantes de la temática a partir de la integración de conceptos, lo que les impartió cierto grado de dificultad al momento de resolverlos (Figura 3). Estos resultados permitieron validar de manera positiva a la estrategia de enseñanza.

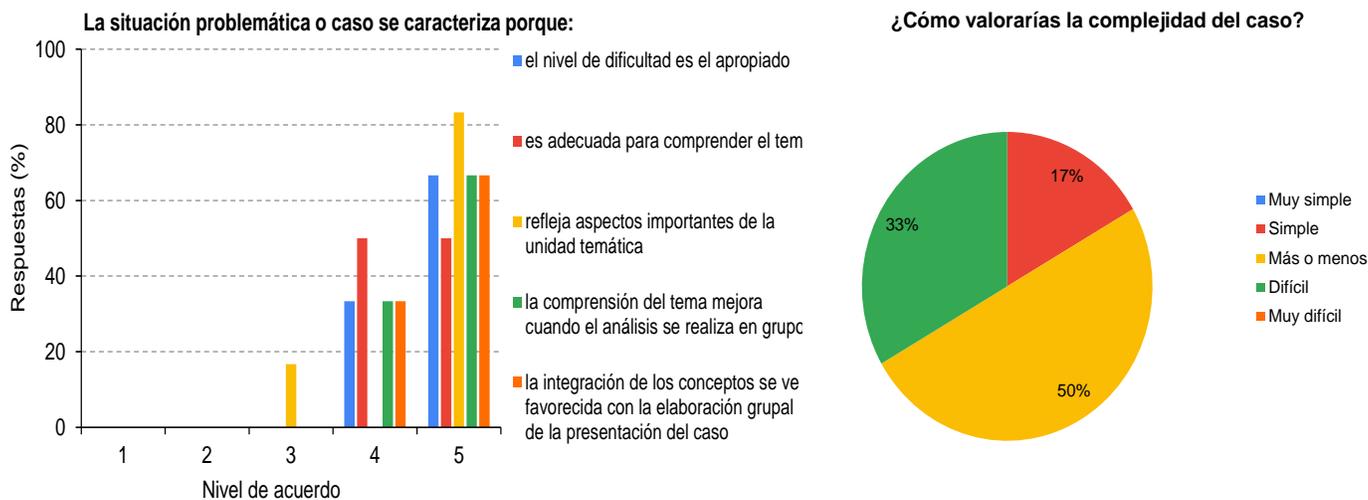


Figura 3: Distribución porcentual de las opiniones de docentes sobre los casos.

Los grupos tuvieron acceso a los materiales de consulta del aula virtual de la asignatura, de la web mediante sus teléfonos o computadoras y a los libros específicos de la disciplina. Los resultados mostraron que, las/os docentes encuestados consideraron adecuados y muy útiles los materiales que estaban a disposición de las/os estudiantes. Sin embargo, algunas/os opinaron que los grupos debieron ser los que buscaran los fundamentos teóricos por sus propios medios y que ellos debían buscar la bibliografía más conveniente para responder sus dudas (Figura 4). Los materiales fueron adecuados y pertinentes porque permitieron el análisis de conceptos relevantes e ideas importantes para el análisis de los contenidos de las unidades temática (Wassermann, 1999). Las/os integrantes del grupo se distribuyeron tareas y se organizaron sin dificultades, participaron activamente en la organización de la actividad y en la búsqueda de relaciones entre la información nueva y la ya conocida. Esta reflexión coincide con lo citado por Litwin (2008):

*el trabajo en equipo permite que los estudiantes se organicen distribuyan tareas, formulen y confronten hipótesis, deliberen sobre ideas diferentes y que cada uno de ellos se transforme en un recurso para los demás. Los alumnos no desempeñan espontáneamente bien estas tareas. Ellos tendrán que reconocer, asumir y practicar las responsabilidades que cada uno tiene para el desarrollo del trabajo.*

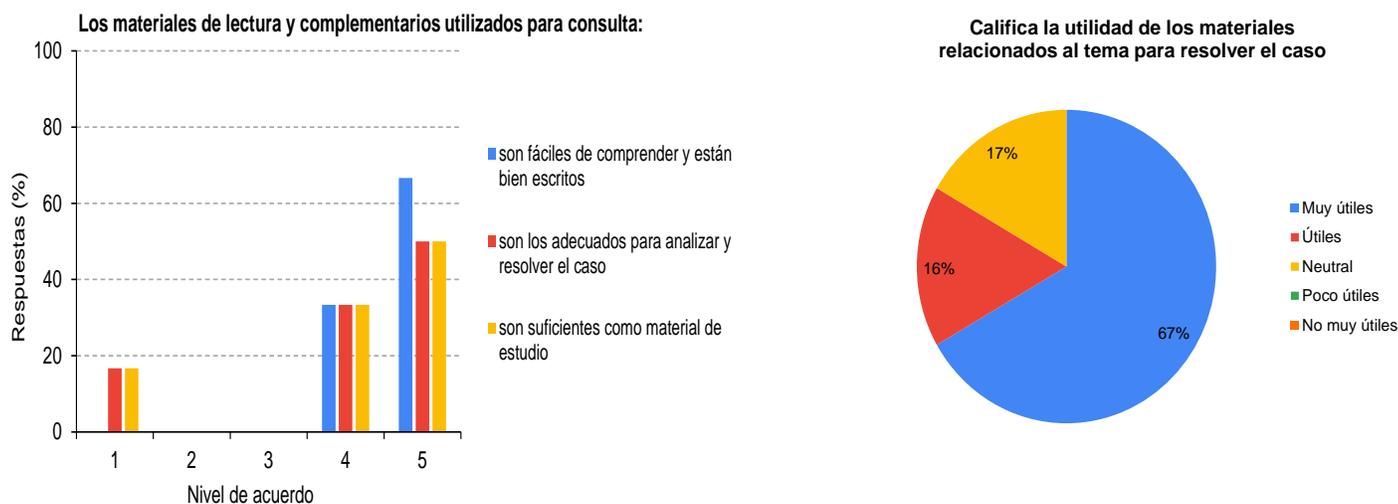


Figura 4: Distribución porcentual de las opiniones de docentes sobre los materiales de lectura.

En general, las/os docentes opinaron que el modo en que se desarrollaron las clases fue amena y agradable y que los grupos trabajaron de manera entusiasta para deliberar y comprender la temática y resolver la situación planteada en los casos, y que fueron ordenados para planificar las estrategias de resolución. Sin embargo, también opinaron que los grupos tuvieron dificultades en buscar información más allá de la brindada como material sugerido para comunicar los resultados con fundamentos, integrado la teoría y la práctica (Figura 5). En este proceso la/os docentes deben ser pacientes y perseverantes, debido a que el desarrollo de las actitudes, capacidades y competencias que exige el trabajo grupal en los estudiantes quizás no se perciba en forma inmediata. Comprender que la enseñanza debe ocuparse tanto del aprendizaje de los contenidos específicos, como del desarrollo de actitudes, capacidades y competencias, tales como espíritu crítico, compromiso, responsabilidad, creatividad, análisis, síntesis. El trabajo grupal es importante para la formación de las actitudes, capacidades y resulta fundamental para que los estudiantes expliciten sus pensamientos y negocien los significados y procedimientos (Kofman 2004). Si bien las explicaciones del docente juegan un rol importante en la enseñanza, hay que tener en cuenta que el aprendizaje es producto fundamental de las actividades de comprensión que el estudiante realice, las que deben ser propuestas y apoyadas por el docente: *el aprendizaje es una consecuencia del pensamiento* (Perkins 1997; Kofman 2004). La generación de preguntas, a partir de las dificultades o dudas que el grupo plantea, lleva a las/os estudiantes a vincular la teoría con la práctica y profundizar en la comprensión del proceso objeto de la tarea grupal. Además, a través de las respuestas recibidas, el docente puede ir conformando el perfil de grupo o de cada integrante lo que le permite un seguimiento más preciso del proceso de aprendizaje

grupal e individual al observar la disposición a participar en la tarea grupal a través de la distribución de tareas, la deliberación de ideas, la organización y el compromiso por el trabajo a realizar y la utilización del pensamiento crítico en el análisis de los datos, su interpretación y en la elaboración de conclusiones e informe de laboratorio.

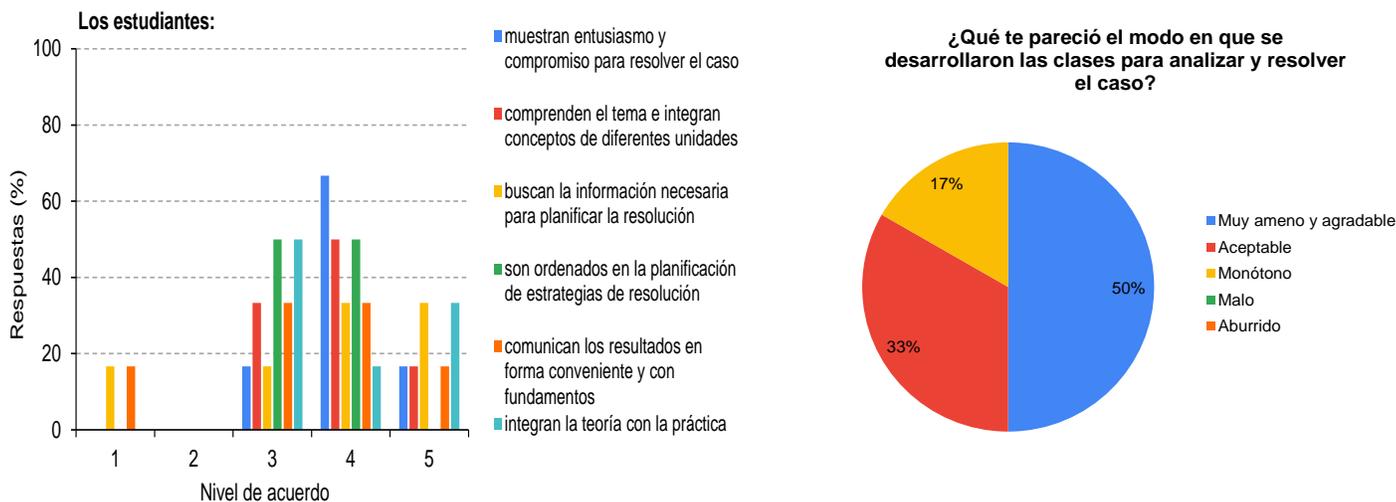


Figura 5: Distribución porcentual de las opiniones de docentes sobre el desempeño de estudiantes.

### Registros narrativos de los docentes

#### Docente 1:

*Al enfrentarme por primera vez a los casos, acostumbrada a los problemas clásicos con datos numéricos que se resuelven con la inclusión de procedimientos matemáticos para obtener un resultado concreto, en la primera lectura repasaba que datos me faltaban pensando en función a como lo resolverían los estudiantes. En una segunda lectura, fui descubriendo la información valiosa que contenía el relato como la descripción de situaciones reales, donde a partir de la consulta de un posible colega las/os estudiantes deben resolver la situación planteada que aparecen en la vida profesional.*

*La primera clase que se implementó la estrategia didáctica, me pareció acertada la explicación introductoria, con la finalidad de ubicar el tema y la descripción de las actividades. La/os estudiantes de forma inmediata se agruparon y comenzaron debatir entre ellos, Con poca intervención docente comenzaron a trabajar, discutieron la*

*problemática, se los veía trabajando de manera independiente y en forma entusiasmada y manifestaron que les gustó trabajar con ejemplos que se asemejaban a situaciones reales. En la segunda clase, los chicos que asistieron a la primera clase tuvieron tiempo para pensarlo y las preguntas fueron dentro de la problemática, y aquellas/os estudiantes que no asistieron a la primera clase les costó empezar a trabajar e involucrarse en la problemática.*

*Con respecto al personal auxiliar, se mostraron de acuerdo con la actividad desde un principio, pero considero que habría que entrenarlos mejor porque en algunos casos les costó acercarse a las/os estudiantes.*

*Me parece adecuado incorporar a las clases el uso de los casos, pero considero que todos los estudiantes deben participar de todas las instancias en que se realicen las actividades. La utilización de las estrategias didácticas mediante la utilización de casos en las clases lleva tiempo y es necesario priorizar temáticas para utilizarla.*

#### Docente 2:

*Los grupos que tuvieron los casos de la heladerita se engancharon más que con los casos de frigorífico. La mayoría de las/os estudiantes estaban más preocupados por los resultados que por el análisis de la situación, lo cual es lógico porque ellos están mecanizados a resolver problemas tradicionales de la disciplina, corroborar las respuestas y les da tranquilidad el chequeo de los resultados.*

*Analizaron los casos, aplicando los conceptos teóricos y tenían bien claro cuáles estaban involucrados. Los grupos de la comisión de la mañana trabajaron mejor, analizaron el caso, opinaban y discutían entre ellos, realizaban los cálculos. Los grupos de la comisión de la tarde les costó más trabajar en grupo y organizar las tareas.*

*Los materiales de lectura que más usaron fueron el apunte teórico y las tablas, no usaron otro material extra, no utilizaron internet, no pidieron libros de textos complementarios. Probablemente, los impedimentos de internet en el aula por la falta de conectividad y para no usar sus propios datos afectó que no se conectaran; y quizás si hubiéramos colocado un libro de texto en cada grupo lo habrían consultado. Al analizar los casos, a algunos les costó cerrar la idea hacia donde encaminarse, quizás habría que intervenir las redacciones dando más pistas, aunque esto es difícil.*

*Las/os estudiantes se engancharon con la actividad, pocos dijeron que querían hacer los problemas clásicos por comodidad. Está bueno que los casos tengan un final abierto simula un juego donde “elige tu propia aventura.*

Docente 3:

*Me gustan las situaciones que salen de los ejercicios clásicos. La estructura de los casos tuvo una estructura adecuada y amigable, con la información justa y necesaria. La lista de preguntas estuvo relacionada con el texto y guiaba a las/os estudiantes para interpretar el texto de manera sencilla. Los grupos que arrancaron en la primera clase continuaron con el trabajo sin dificultad, mientras que aquellas/os estudiantes que no asistieron necesitaron un tiempo para encontrar la dinámica de trabajo. Todos trabajaron de manera grupal sin conflictos.*

Docente 4:

*La intervención didáctica de la utilización de casos estuvo buena y considero que sería conveniente incorporarlos en el espacio curricular de la asignatura. Lo más complejo fue guiar a las/os estudiantes como tutores, ¿hasta dónde guiarlos? ¿cuánta información les comparto?*

A partir de las narrativas de las docentes se destacó la valoración y funcionalidad de los relatos de los casos, los textos conexos de consulta y el trabajo grupal como un espacio significativo para el aprendizaje. La enseñanza con casos, requiere por parte de los docentes/tutores de la preparación previa con varias lecturas, lo que permite conocer con detalle todas sus particularidades, anticipar las situaciones que las/os estudiantes deben examinar durante la discusión, capacidad de improvisar al formular preguntas para realizar un examen inteligente y productivo de los casos. Las/os docentes deben ser abiertos, auténticos y genuinos.

*Cuanto mejor conozca el maestro los hechos del caso, más capaz será de utilizar esa información para formular las preguntas que deben analizar los alumnos. Es evidente que cuantas más veces haya enseñado un caso, más familiarizado estará el maestro con sus detalles. Sin embargo, esa familiaridad no debería disuadirlo de efectuar una revisión a priori cuidadosa del caso, sus detalles, matices y estructura general (Wassermann, 1999, p. 117).*

La tutoría, si bien dependió de la personalidad de cada individuo, fue un recurso bueno para mejorar la calidad de la enseñanza ya que fue un proceso formativo, de orientación y acompañamiento que proporcionó a las/os estudiantes la ayuda necesaria para conseguir los objetivos académicos propuestos. La tutoría fue un espacio para conversar, reflexionar y de escucha activa, constituyó una interacción bidireccional y existió compromiso entre tutor/a y estudiante partiendo de la confianza y generando un clima propicio para la comunicación (Pino Juste y Soto Carballo, 2010; López Martín y González Villanueva, 2018).

### **La experiencia de estudiantes**

La encuesta que respondieron las/os estudiantes tuvo similar estructura a la que respondieron las/os docentes, y tuvo como finalidad recabar sus opiniones sobre la caracterización de los casos, el material de lectura y el desempeño de las/os docentes (Caja 3 del Anexo). Las reflexiones de los estudiantes permitieron conocer lo que aprendieron y lo que descubrieron sobre el proceso, siendo una oportunidad para que puedan descubrir mejor la lucha cognitiva que libran para comprender los temas (Wassermann, 1999). Entre el 60-90% de las/os estudiantes manifestaron que los casos reflejaron los aspectos más relevantes de la temática a partir de la integración de conceptos y fueron adecuados para comprender el tema. Sin embargo, consideraron que los casos tuvieron cierto grado de complejidad para su resolución (Figura 6). Esto probablemente sea debido a que, la información requerida para resolver el caso no estuvo disponible de acuerdo con el procedimiento clásico, las/os estudiantes debieron buscar la información pertinente a medida de la necesidad de la misma, lo que generó un incremento en la incertidumbre respecto a los procedimientos que fueron realizando y por no contar con un único resultado final para contrastar. La experiencia de trabajar con casos acerca a las/os estudiantes a la realidad profesional con la que se encontrarán al recibirse, ya que ante una situación a resolver deberán investigar para dar soluciones. Los casos pueden aumentar la complejidad y pueden tener varias respuestas, pero es un entorno seguro para equivocarse, mientras que, en la experiencia profesional, mayores son los costos y riesgos que se asumen.

Si bien la mayoría de los estudiantes manifestaron y demostraron complacencia por la forma de trabajo; otros no se sintieron cómodos. La estrategia de intervención didáctica por medio de casos, logra sacar a las/os estudiantes del área de confort respecto a la resolución de problemas clásicos y de contar con la clase expositiva. Además, como no pretende dar una única respuesta y es un espacio que invita al diálogo de intercambio de opiniones, a la aparición de nuevas preguntas que pueden quedar inconclusas o sin respuestas, deja a las/os estudiantes con cierta inseguridad (Wassermann, 1999). Algunas/os estudiantes manifestaron que preferían las clases tradicionales y la resolución de problemas con datos en los enunciados, con una metodología de resolución y con respuesta; ya que

les da seguridad y certeza en sus respuestas. La resolución de casos en comparación a los problemas tradicionales estructurados, que requiere un abordaje estratégico, la elaboración del conocimiento, experiencia, creatividad, práctica y juicio. Los casos involucran a las/os estudiantes a conectar la teoría y la aplicación y los desafía a realizar justificaciones y demostrar habilidades de pensamiento (Díaz Barriga, 2005).

*La experiencia de los estudiantes con el relato de un caso es el punto inicial. El estudio del caso les proporciona un conocimiento incipiente de las cuestiones más importantes. El trabajo con las preguntas críticas en pequeños grupos los lleva a nuevos niveles de examen y comprensión, pero pocas veces en una progresión lineal. Ese trabajo puede producir un movimiento de retroceso. Los alumnos descubrirán, por ejemplo, que las ideas que habían concebido son indefendibles. Tienen que volver a pensar, a conceptualizar (Wassermann, 1999, p. 125).*

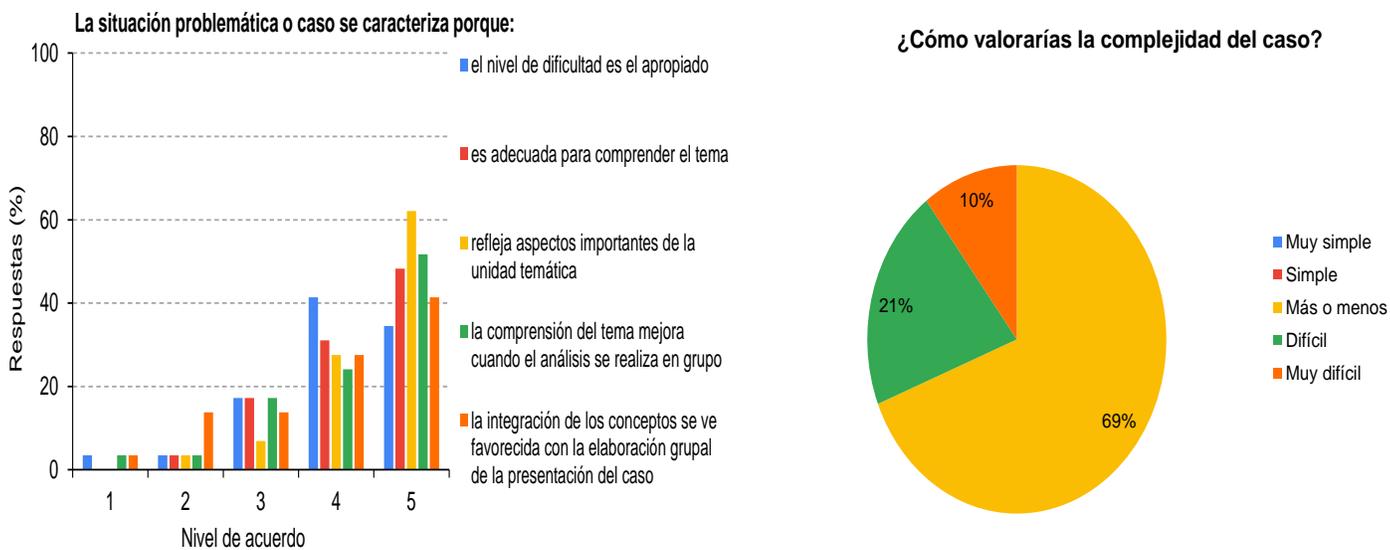


Figura 6: Distribución porcentual de las opiniones de estudiantes sobre los casos.

Entre el 65-83% de las/os estudiantes consideraron que los materiales de lectura fueron adecuados para resolver los casos, fáciles de comprender y suficiente como material de estudio, y además el 76% calificaron que los materiales relacionados con las temáticas de los casos fueron de gran utilidad (Figura 7). Los materiales de lectura fueron de los de referencia en la temática, libros de texto, apuntes de la Asignatura, tablas y gráficos y las/os estudiantes tuvieron la libertad de incorporar otros materiales a las tareas del aula como complemento de las discusiones sobre casos. Según

Wassermann (1999)

*Sean cuales fueren las actividades de seguimiento que se elijan, su valor aumentará si se realizan nuevas discusiones como la que acompaña al interrogatorio y se lleva a cabo en ellas un examen ampliado de los problemas, con introducción de nuevas perspectivas. A través de este proceso, el examen reflexivo y crítico que hacen los alumnos de los problemas importantes evoluciona continuamente.*

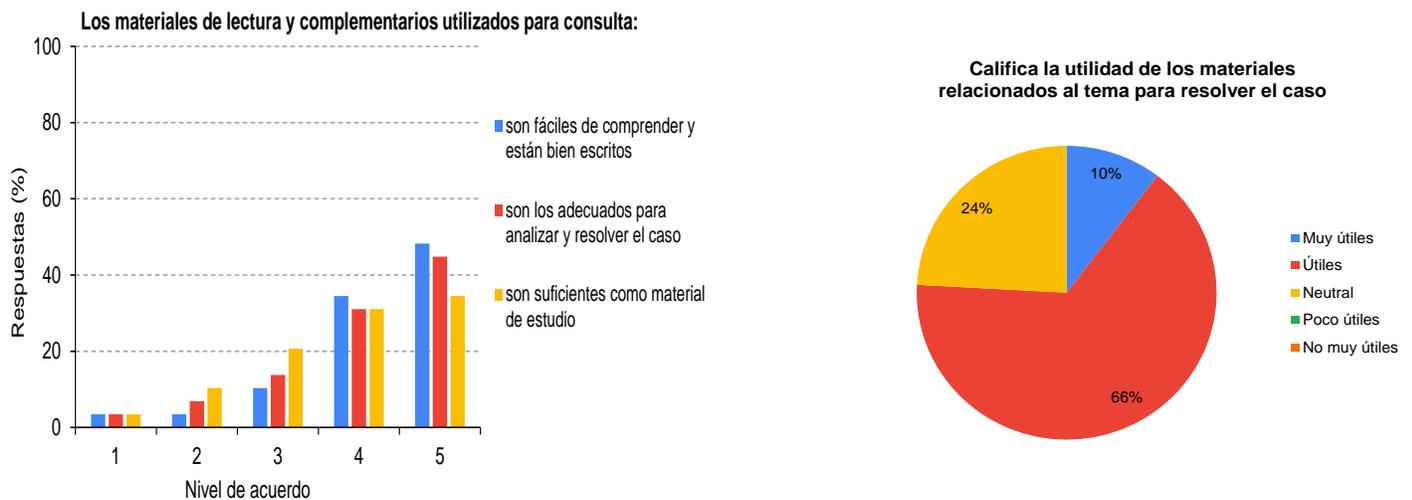


Figura 7: Distribución porcentual de las opiniones de estudiantes sobre los materiales de lectura

Las lecturas conexas, capítulos de libros, presentaciones de PowerPoint, videos, ensayos elaborados por las/os docentes proporcionaron o ampliaron la información y comprensión sobre los conocimientos y antecedentes de los sucesos examinados en los casos. Estos materiales constituyeron un medio sustancial para que los grupos puedan investigar los conceptos y conocimiento de los problemas. En ausencia de clases expositiva tradicional, las lecturas brindaron los medios de adquisición de conocimientos en el aula donde se enseña con casos.

El 76-86% (Nivel de acuerdos 4 y 5) de las/os estudiantes opinaron que las/os docentes se comunicaron en forma clara, que sus intervenciones y explicaciones favorecieron la comprensión de los casos y que promovieron la participación de los grupos. Además, el 55%, 28%, 10% y 7% de las/os encuestados consideraron que las clases fueron aceptables y muy amenas, monótonas y malas; respectivamente (Figura 8). Las/os docentes tutores con sus intervenciones invitaron a participar en el diálogo y debate, estuvieron atentos a escuchar, observar y percibir lo que manifestaban en los grupos,

al lenguaje corporal e indicios conductuales de cada integrante. Esto permite que las/os docentes puedan dar respuestas inteligentes y crear un ambiente de respeto durante la discusión y acompañar al grupo a lograr el conocimiento conceptual y a razonar durante el proceso. Es fundamental que las/os docentes se mantengan neutrales y respetuosos durante la discusión grupal, no es aconsejable intervenir con respuestas positivas y negativas ante las conversaciones de las/os estudiantes (Wessermann, 1999).

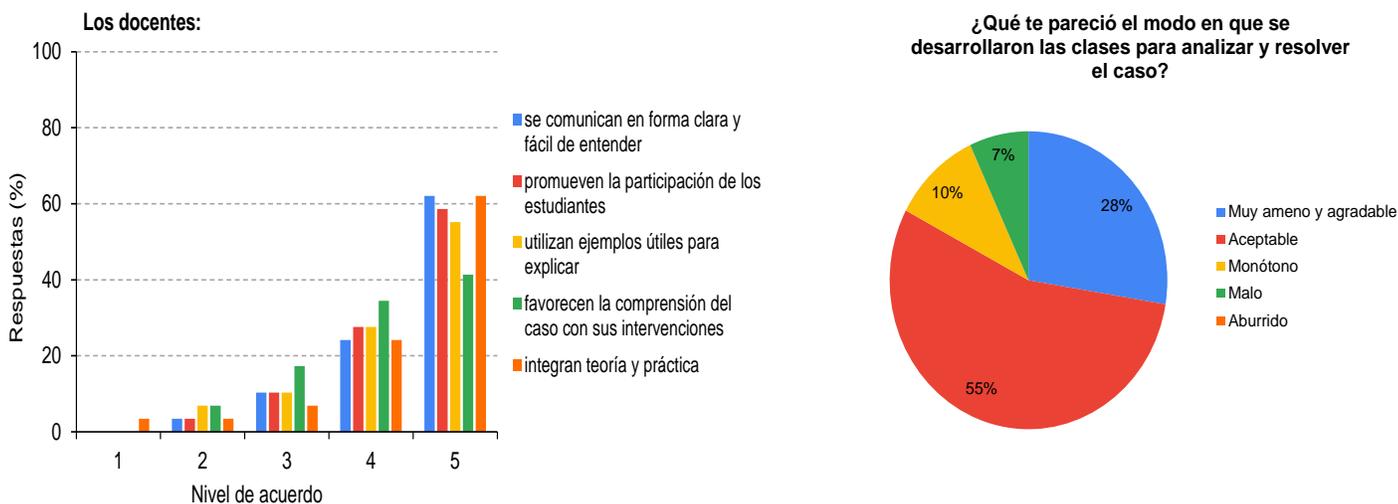


Figura 8: Distribución porcentual de las opiniones de estudiantes sobre el desempeño de los docentes

### La evaluación de las/os aprendizajes y de la práctica docente

Los procedimientos de evaluación de los aprendizajes fueron la evaluación continua del tutor, la presentación del póster científico-académico mediante la rúbrica y los clásicos exámenes escritos (Litwin, 2001; Vizcarro y Juárez, 2008). Los responsables de la evaluación continua de los aprendizajes, ya sea individual o grupal, fueron las/os docentes. Sin embargo, restó conocer las voces de las/os estudiantes en su propia autoevaluación y en el grupo del que integró para que pudieran tomar conciencia de los aprendizajes adquiridos (Litwin, 2001; Vizcarro y Juárez, 2008). Las conversaciones formativas entre docentes y estudiantes fueron en el aula y tuvieron el propósito de ayudar a las/os estudiantes a encarar el desafío de seguir aprendiendo, orientar la reflexión sobre los desempeños y producciones, indicar como continuar y abordar nuevos aprendizajes. Las/os docentes/tutores utilizaron diferentes modos para promover las interacciones dialógicas como las conversaciones, pistas,

preguntas, lenguaje gestual y corporal, y con tono y volumen de voz (Litwin, 2001; Anijovich y Cappelletti, 2017).

La rúbrica fue válida como instrumento de evaluación porque tuvo el propósito de valorar el desempeño de los grupos en la resolución de los casos y hacer inferencia de los saberes aprendidos. Este instrumento de evaluación tuvo la capacidad de proporcionar retroinformación formativa, tanto para mejorar el aprendizaje de estudiantes como para mejorar la estrategia de enseñanza docente y sumativa porque permitió comprobar hasta qué punto aprendieron en función a los objetivos propuestos. Los criterios de evaluación planteados permitieron evaluar la comprensión, la planificación de estrategias, la comunicación de los resultados y la disposición del trabajo en equipo. Los criterios y la medición de la evaluación le dieron validez y confiabilidad al instrumento. Sin embargo, la rúbrica proporcionó información del desempeño de los grupos en la resolución de los casos, no proporcionó datos sobre el desempeño y trabajo individual y muy poca información referida al trabajo grupal. Los resultados obtenidos en los trabajos grupales estuvieron influenciados por la modalidad no obligatoria de la actividad. En general, los grupos entregaron los pósteres, pero no realizaron la devolución de los trabajos corregidos en función a las observaciones volcadas en las rúbricas y aquellos que no entregaron el trabajo tampoco se preocuparon por realizar la presentación en la instancia de corrección.

El tiempo que insumió el diseño y construcción de la propuesta didáctica, su puesta en práctica, la capacitación de las/os docentes para la administración, cómputo y análisis e interpretación de los resultados, le dieron practicidad (Biggs, 1999). La evaluación de la estrategia de enseñanza la proporcionaron las encuestas semiestructuradas realizadas a las/os docentes y estudiantes, los diálogos y entrevistas a docentes/tutores, la observación de las clases por parte del docente responsable de la actividad, los trabajos entregados por los grupos y las evaluaciones tradicionales para acreditación (Palou de Maté, 2001). La evaluación de la intervención didáctica permitió la interpretación e interpelación de las estrategias utilizadas en las clases con la finalidad de identificar los sucesos y sus alcances positivos, como también reconocer las dificultades que acontecieron durante la experiencia para tenerlas en cuenta en futuras puestas en práctica de la propuesta. Otro instrumento de evaluación y valoración de la práctica docente fueron las bitácoras y las memorias pedagógica producidas durante el proceso, ya que de sus lecturas pude destacar los aspectos positivos y aquellos por mejorar de la implementación de los casos.

## **Mi experiencia en el trabajo con los casos**

Las situaciones problemáticas que diseñé tuvieron una estructura intermedia entre los casos y ABP y fueron diferentes a los enunciados tradicionales que aparecen en los libros de Física. Los textos los redacté contando situaciones concretas de aplicación, llevando a las/os estudiantes a descubrir explicaciones, procesos, entrenamiento de habilidades cognitivas de razonamiento, análisis y síntesis de información. Los insumos para construir los casos los seleccioné pensando en elementos de uso universal (conservadora o heladera de plástico) y profesional (frigorífico o cámara de frío), situados en un medio real (lote de productor, playa y ensayos de experimentación) y acompañados de otros elementos extras que le dieron forma a la historia con el fin de analizar e investigar los conceptos físicos propuestos (calor, propagación del calor y luz). El control y la validación con otros colegas docentes de la asignatura proporcionaron objetividad a los casos y me ayudaron con la revisión de la redacción, edición y control de los datos. Considero que las historias propuestas para los casos cumplieron con los objetivos didácticos que propuse, sin embargo, para estimular las habilidades de investigación y añadir más motivación a las/os estudiantes, es necesario mejorar los textos hacia relatos más abiertos con el objetivo de fomentar el razonamiento y comprensión de los contenidos. Sería un aporte extra que, para futuras experiencias en el aula, los casos fueran revisados por docentes de otras asignaturas correlativas de Física General y Biológica y por profesionales del sector privado o público que utilizan los conceptos desarrollados en los casos y así darles mayor veracidad a los relatos.

Los libros de textos de diferentes autores les permitieron a las/os estudiantes acceder a un conjunto de conceptos ordenadas de modo jerárquico por su grado de dificultad y a identificar los planteos propuestos por el enfoque de cada autor. Los materiales elaborados por las/os docentes de la asignatura consistieron en apuntes teóricos y tablas de unidades tuvieron la misma finalidad didáctica que los libros de textos. Observé que la lectura de los textos favoreció el reconocimiento de unidades lingüísticas complejas y específicas de la disciplina, como los son ciertas definiciones, símbolos y unidades y la comprensión lectora dependió de las experiencias y saberes previos de cada individuo. Los videos consistieron en las presentaciones de PowerPoint desarrolladas por las/os docentes a cargo de las clases teóricas e incluían los relatos grabados e incluyeron la presentación de los contenidos mínimos de las unidades temáticas, el desarrollo del tema y al final un mapa conceptual que sintetiza los conceptos más relevantes. Si bien los textos conexos y materiales didácticos elaborados por los docentes fueron suficientes para trabajar los casos dentro y fuera del aula, la disponibilidad de los materiales en el aula virtual no favoreció a que las/os estudiantes desarrollaran la búsqueda libre e independiente de la información necesaria para resolver y justificar los casos.

En la etapa de preparación, cité a una reunión de trabajo a las/os docentes que participarían de la actividad en el aula como tutores, repartí los casos, entregándoles uno por dupla de docentes (un graduado y un estudiante), expliqué la modalidad de trabajo, solicité que leyeran y resolvieran los casos con la misma estrategia de enseñanza que ellos deberían utilizar en las clases y actué de tutor. La simulación implicó que las/os tutores hicieran el papel de las/os estudiantes y trabajaran con las situaciones problemáticas previo a aplicarlo en el aula. Durante el intercambio de opiniones entre las/os docentes, me aseguré que surgieran las ideas conceptuales y tomaran notas de ellas, que respondieran la lista de preguntas y resolvieran los casos con los posibles caminos alternativos de resolución. En mi rol de tutor, les expliqué las reglas aplicables durante el desarrollo de la discusión, comencé realizando preguntas y de cada intervención individual, solicité la opinión al resto con la mínima intromisión de mi parte. En el intercambio de opiniones aparecieron las mismas inseguridades que tenía yo, ante la aplicación de algo nuevo en el aula, pero todos coincidíamos que era novedoso y bueno y era válida intentar llevarlo adelante.

En la etapa de puesta en práctica de la propuesta docente en el aula, presenté los contenidos mínimos curriculares y la metodología de trabajo que desarrollaríamos durante quince días de clases y mediante una presentación de PowerPoint proyectada en la pared, mostré uno de los casos y la lista de preguntas. Pude observar a medida que transcurrieron las clases que la estrategia de enseñanza les proporcionó a las/os estudiantes la experiencia en la investigación, mediante los cuestionamientos que surgieron luego de las primeras leídas de la situación planteada, de la indagación de las lecturas conexas para resolverla y de la discusión grupal entre sus pares y los tutores. Algunos grupos trabajaron sin dificultad y avanzaron rápidamente, mientras que, otros necesitaron más tiempo para orientar las tareas y esto es debido a que el aprendizaje y el desarrollo del carácter reflexivo insumen tiempo y depende de cada individuo. A partir del momento que presenté y desarrollé la propuesta de resolución de casos en la clase, las/os estudiantes tuvieron una conducta receptiva, colaborativa, no mostraron resistencia y en forma natural se agruparon para comenzar a realizar la actividad. En el trabajo en pequeños grupos, las/os estudiantes intercambiaron ideas, opiniones con sus pares, se sintieron seguros y predispuestos a asumir el riesgo de proponer ideas y a ser examinados por las/os tutores, mostraron tolerancia hacia los sentires de los demás, escucharon con cuidado y percibieron el sentido de lo que expusieron los demás, y dieron ejemplos para sustentar sus conocimientos. En el interior del grupo, observé la división de roles, hubo quienes se encargaron de leer el texto en voz alta, algunos a buscar información y referencias en el aula virtual, y otros se concentraron en tomar notas. En la discusión en grupo, pude notar que algunos grupos estuvieron centrados en el trabajo, expusieron argumentos y sus puntos de vista y otros, si bien estuvieron concentrados en la tarea, en algunos momentos se detenían en detalles poco importantes y se concentraban en otros temas. En algunos

grupos, aun contando con instrucciones claras y explícitas, se sintieron desorientados y tuvieron dificultades para comenzar a trabajar y fue fundamental la función del tutor para situar la actividad. A medida que transcurría la clase, el intercambio de ideas ocurrió en un clima de confianza y esto me permitió sentirme más segura y la percepción de incertidumbre inicial por la aplicación de la práctica fue desapareciendo.

Si bien las/os estudiantes están acostumbrados a resolver problemas tradicionales de la disciplina, en general, la mayoría tomó a la resolución de casos como algo natural y pocas excepciones manifestaron que preferían resolver los problemas clásicos de Física. Mientras los grupos trabajaban observé que, en general, extrajeron sin dificultad la información contenida en el texto del caso, consultaron la información disponible en el aula y con sus tutores sobre información específicas que necesitaban utilizar. A medida que se desarrolló la clase y los grupos resolvían la situación, aparecieron algunas incertidumbres, y advirtieron la complejidad de la situación planteada, ya que surgieron preguntas similares a “*¿El procedimiento y la resolución cambian según las constantes físicas que seleccionemos? ¿Cuál utilizamos? ¿La propuesta de mejora es diferente según el camino que elijamos? ¿Cuál es la respuesta del caso? ¿Vamos bien con la resolución?*”. Estas expresiones me demostraron que las/os estudiantes se sintieron poco seguros y desconfiados al seguir una metodología diferente de la que estaban acostumbradas/os. A pesar de las dudas que les fueron apareciendo durante el proceso, fueron resolviendo la actividad sin resistencia. Las producciones que entregaron los grupos tuvieron un formato de informe escrito volcado en una plantilla de póster científico-académico y en algunos casos agregaron imágenes ilustrativas de apoyo. En sus habilidades de investigadores, las/os estudiantes reunieron la información de los materiales disponibles en el aula virtual y no utilizaron otras fuentes externas. Se preocuparon por el procedimiento matemático y por la fundamentación de los resultados y por la propuesta de mejora en las conclusiones. Las conclusiones se basaron en los resultados, y en algunos casos desarrollaron varias posibilidades de respuestas de mejora y en otros casos solo propusieron solo una. En la comunicación escrita utilizaron un lenguaje claro y sustentaron sus resultados y no incluyeron la fuente bibliográfica que utilizaron.

La función de las/os docentes tutores, comenzó en la etapa de revisión y corrección de los textos de los casos, continuó con la elaboración, análisis y resolución de las situaciones propuestas junto con el resto de las/os docentes en grupos de discusión y luego, con el planteo de las capacidades a potenciar en las/os estudiantes y con la programación de las estrategias de enseñanza a utilizar. En la clase, las/os tutores motivaron a las/os estudiantes a la búsqueda de información, a la discusión en grupo, a sugerir que pregunten y que se atrevieran a realizar réplicas. La relación con las/os estudiantes fue diferente, el conocimiento surgió de la gestión colectiva, de los aportes e intervenciones de cada

integrante del grupo, y las/os tutores orientaron las estrategias para cumplir con el propósito de la propuesta didáctica, cumplieron con la función de guía, mantuvieron un clima de confianza y respeto, favorecieron el avance del grupo, facilitaron al aprendizaje mediante la capacidad de escucha y la formulación de preguntas que estimularon la reflexión en el grupo. El rol de observador de las/os tutores permitió realizar análisis sobre el funcionamiento del grupo y evaluar el desempeño de las/os integrantes, diferenciando a los líderes y a los que se abstienen de intervenir en las discusiones y a partir de esta información realizar las intervenciones necesarias para favorecer el trabajo grupal. De acuerdo con lo que pude observar, las/os docentes aceptaron cumplir con la función de tutores, pero demostraron diferentes habilidades e interés en función a sus personalidades. Por lo tanto, desde mi lugar de docente responsable de la asignatura, es fundamental crear espacios para propiciar el intercambio de ideas y experiencias y, compartir reflexiones sobre nuestras prácticas docentes y así fortalecer la función de tutor en futuros ciclos lectivos.

La evaluación de la estrategia de enseñanza mediante las encuestas semiestructuradas, los diálogos y entrevistas, las observaciones que realicé durante las clases, los trabajos entregados por los grupos y las evaluaciones tradicionales para acreditación me permitieron realizar el análisis y alcances que tuvo la práctica docente e identificar las dificultades durante el proceso. Rescato que la propuesta fue novedosa, motivadora y valorada positivamente por las/os estudiantes y docentes/tutores y la puesta en práctica de la actividad en futuros ciclos lectivos requiere de ajustes para cumplir con los objetivos didácticos. Entre estos ajustes, sugiero incluir un mejor seguimiento individual de las/os integrantes de los grupos para poder identificar aquellos estudiantes que requieren de la mayor atención y cuidado por parte de las/os tutores y ofrecerles el apoyo académico necesario para favorecer su aprendizaje y la posibilidad que las/os estudiantes realicen la autoevaluación de sus aprendizajes. Además, la actividad tiene que formar parte de los requisitos de la acreditación de la asignatura de similar forma que las evaluaciones parciales y otras actividades que se solicitan durante la cursada.

## CONCLUSIONES

Las situaciones problemáticas diseñadas fueron diferentes a los habituales de la disciplina y tuvieron un arreglo intermedio entre los casos y ABP. Los textos estuvieron redactados contando situaciones relacionadas al propósito curricular y a las prácticas profesionales, presentaron cierta información adicional orientativa para las/os estudiantes, para su resolución requirieron de la aplicación del conocimiento de conceptos previos, la comprensión de la teoría y presentaron más de una alternativa de respuesta. Las situaciones problemáticas cumplieron con los objetivos didácticos propuestos, sin embargo, para estimular la motivación y las habilidades de investigación es preciso perfeccionar los argumentos de los textos hacia relatos más abiertos para fomentar el razonamiento y comprensión.

La aplicación de casos por medio de actividades grupales fue una estrategia didáctica que tuvo ventajas respecto a las clases magistrales, ya que favoreció el trabajo en equipo, la distribución de tareas, la comunicación e intercambio de ideas, la creatividad, la promoción del pensamiento crítico para la toma de decisiones, el valor de la ayuda, el aprender a respetar y consensuar opiniones diversas, convirtiendo a las/os estudiantes en los protagonistas del proceso de aprendizaje. Si bien las/os estudiantes mostraron entusiasmo, compromiso y motivación para realizar las actividades académicas, el rendimiento académico no fue el esperado. Probablemente, éste estuvo influenciado por el efecto residual del aislamiento social preventivo y obligatorio por el COVID-19 debido a las dificultades generadas para muchos de las/os estudiantes en lo formativo, psicológico y social. Además, es la primera experiencia en el aula con la utilización de casos y seguramente merece realizar ajustes para sus nuevas aplicaciones.

A partir de los registros y las narrativas de las/os docentes se destacó la valoración y funcionalidad de los relatos de los casos, los textos conexos de consulta y el trabajo grupal como un espacio significativo para el aprendizaje. La relación entre docentes y estudiantes fue diferente, ya que prevaleció la gestión colectiva. Las/os tutores se desempeñaron como guías, cuidaron un ambiente de trabajo de confianza y respeto, favorecieron el avance del grupo, proporcionaron la capacidad de escucha y la formulación de preguntas que estimularon la reflexión en el grupo. Se reflexionó que la enseñanza con casos, requiere de capacitación de los tutores y preparación previa de los casos para anticipar las situaciones durante la discusión e improvisar preguntas inteligentes y productivas.

A partir del análisis de las opiniones de las/os estudiantes se resaltó que los casos reflejaron los aspectos más notables de las unidades temáticas a partir de la integración de conceptos, fueron adecuados para comprender el tema y tuvieron cierto nivel de complejidad para su resolución.

Algunas/os estudiantes manifestaron que preferían las clases tradicionales y la resolución de problemas con datos en los enunciados, con una metodología de resolución y con respuesta; ya que les da más seguridad y certeza. Por lo tanto, la estrategia de intervención didáctica consiguió que las/os estudiantes salieran de su área de confort respecto a la clase expositiva y la resolución de problemas clásicos de Física.

Los resultados obtenidos fueron promisorios y alentadores, ya que la propuesta de enseñanza de casos permitió enriquecer la enseñanza de los saberes teóricos mediante el fortalecimiento de las relaciones entre el contenido disciplinar con otros más distantes relacionados a la práctica profesional y contribuyendo a mejorar el aprendizaje de Física. Sin embargo, la metodología requiere de ajustes en los argumentos de las situaciones problemática con la finalidad de enfocarlos a verdaderos relatos de casos y así estimular las prácticas de investigación y el aprendizaje por medio de la reflexión y comprensión. Los tutores requieren de mayor tiempo para su preparación, para facilitar sus reflexivas intervenciones en los grupos. La evaluación de la propuesta didáctica requiere de mejoras en el seguimiento individual de las/os estudiantes para identificar aquellos que precisan de mayor atención y apoyo académico y la inclusión de la autoevaluación necesarios para favorecer el aprendizaje y mejorar los rendimientos académicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich, R. (2014). *Gestionar una escuela con aulas heterogéneas*, CABA, Paidós.
- Anijovich, R., y Cappelletti, G. (2017). La evaluación como oportunidad. Ed. Paidós voces de la educación.
- Anijovich, R. y González, C. (2011). *Evaluar para aprender: Conceptos e instrumentos*. Buenos Aires: Aique educación.
- Anijovich, R., y Mora, S. (2009). Estrategias de enseñanza. *Otra mirada al quehacer en el aula*, 1.
- Argandoña Gómez, F. A., Persico Jiménez, M. C., Visic Matulic, A. M., & Bouffanais Cuevas, J. I. (2018). Estudio de Casos: Una metodología de enseñanza en la educación superior para la adquisición de competencias integradoras y emprendedoras. *Tec Empresarial*, 12(3), 7-16.
- Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J.A., Robledo, C.W. (2008). *Manual del Usuario*, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- Becher, T. (2001). *Tribus y territorios académicos. La indagación intelectual y la cultura de las disciplinas. Capítulo 2: Las disciplinas académicas*, Barcelona, España: Gedisa.
- Biggs, J.B. (1987). Student approaches to learning and studying. Melbourne: Consejo australiano de investigación educativa, pp. 12.
- Blanco, Sonia. (2006). El uso de las bitácoras como herramienta de optimización del aprendizaje. DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia. <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/56109> [Consulta: 25-10-2021].
- Bruner, J. S. (2003). *La fábrica de historias: derecho, literatura, vida*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 146 p.
- Camilloni, A. (2004). Sobre la evaluación formativa de los aprendizajes. *Quehacer educativo*, 14(68), 6-12.
- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la Universidad*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, pp. 9-16.

- Celman, S. (2001). ¿Es posible mejorar la evaluación y transformarla en herramienta de conocimiento? Camilloni, A.; Celman, S.; Litwin, E.; Palou de Maté, M. (Eds.) *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. (tercera reimpression, pp. 35-66). Editorial Paidós.
- Darling-Hammond, L. (2006). La evaluación auténtica centrada en el desempeño: una alternativa para evaluar el aprendizaje y la enseñanza. En: *Enseñanza situada. Vinculo entre la escuela y la vida*. Ed. McGraw-Hill Interamericana, pp. 125-164.
- De Miguel, M. (2005). *Metodologías de enseñanza para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Alianza
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
- Díaz Barriga, F. (2006). Aprendizaje basado en problemas. De la teoría a la práctica: Carlos Sola Ayape (Dir. Ed.) México, Trillas, 2005, 221 pp. *Perfiles educativos*, 28(111), 124-127.
- Díaz, L. P., & Chaila, S. (2012). Empleo del estudio de casos para la enseñanza de la asignatura Caña de Azúcar en alumnos de quinto año de la carrera de Ingeniero Agrónomo (FAZ-UNT). In *IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias*.
- Dorio Alcaraz, I. (2014). El estudio de casos en el desarrollo de la competencia reflexiva. Pérez-Escoda, N. (Ed.) *Metodología del caso en orientación*. (pp. 43-51). Barcelona, Universitat de Barcelona.
- Exley, K. Y Dennis, R. (2007). *Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- García-Carmona, A. (2009). Investigación en didáctica de la Física: tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 3(2):369-375.
- Giletto, C., Silva, S., Cassino, N., Losada, M., Garmendia, E., Rainolter, A., Hoffmann, M., Rodriguez, S., Sullivan, C., Baeza, C. (2022) Análisis de motivación y estrategias de aprendizaje mediante el motivated strategies learning questionnaire en estudiantes de ciencias agrarias. *VIII Congreso Nacional y VII Congreso Internacional De Enseñanza de Las Ciencias Agropecuarias*. San Luis.
- Giné, N., Parcerisa Aran, A., & Piqué Simón, B. (2011). Aprender mediante el estudio de casos. *Eufonía. Didáctica de la música*, 2011, num. 51, p. 45-51.

- Gurdián-Fernández, A. (2010). *El paradigma cualitativo en la investigación Socio-Educativa*. INIE, UCR, CECC y AECI.
- Hansen, J. (2013). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas: Una Revista Disciplinar de Investigación*, 5(1):39-72.
- Jacobs, A.E.J.P., Dolmans, D.H.J.M., Wolfhagen, I.H.A.P. y Scherpbier, A.J.J.A. (2003). Validation of a short questionnaire to assess the degree of complexity and structuredness of PBL problems. *Medical Education*, 37, 1001-1007
- Kofman, H. A. (2004). Integración de las funciones constructivas y comunicativas de las NTICs en la enseñanza de la Física universitaria y la capacitación docente. *Revista de Enseñanza de la Física*, 17, pp. 51-62.
- Libedinsky, M. (2001). *La innovación en la enseñanza. Diseño y documentación de experiencias de aula*, pp. 59.
- Lipssman, M. (2002). Nuevas propuestas de evaluación en las prácticas de los docentes de la facultad de farmacia y bioquímica de la universidad de buenos aires. *La innovación en la evaluación*". *Tesis de Maestría*, pp. 55.
- Litwin, E. (2001). La evaluación: campo de controversias y paradojas o un lugar para la buena enseñanza. En: Camilloni, A.; Celman, S.; Litwin, E.; Palou de Maté, M. (Eds.) *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. (tercera reimpression, pp. 11-33). Editorial Paidós.
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Editorial Paidós.
- López Martín, I. y González Villanueva, P. (2018). La tutoría universitaria como espacio de relación personal. Un estudio de caso múltiple. *Revista de Investigación Educativa*, 36(2), 381-399. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.36.2.291161>
- López Yáñez, J. (1992). La metodología del estudio de casos en la enseñanza universitaria: Una experiencia. *Revista de Enseñanza. Universitaria 2 y 3*. Madrid.
- Losada, M. A., Giletto, C. M., Silva, S. E.; Cassino, M. N. (2021). Estrategias didácticas motivadoras en física para estudiantes de agronomía. *Revista de enseñanza de Física*. Vol. 23 (3): 183-195.

- Lucarelli, E. (2003). El eje teoría práctica en cátedras universitarias innovadoras, su incidencia dinamizadora en la estructura didáctico curricular. *Tesis doctoral*. UBA.
- Maggio, M. (2018). Las clases como experiencias que vale la pena vivir. Maggio, M. (Ed.) *Reinventar la clase en la Universidad*. (Primera edición, pp. 139-157). Editorial Paidós.
- Milicic, B. (2019). El pensamiento de los profesores universitarios ante un cambio de contexto académico. *Revista de la enseñanza de la Física*, 31 (1): 27-35.
- Morales, P. Y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas, en *Theoria*, Vol.13. Págs. 145-157.
- Morin, E. (2001). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma Reformar el pensamiento*, Bueno Aires, Argentina: Nueva Visión.
- Palou de Maté, M. del C. (2001). La evaluación de las prácticas docentes y la autoevaluación. En: Camilloni, A.; Celman, S.; Litwin, E.; Palou de Maté, M. (Eds.) *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. (tercera reimpression, pp. 93-132). Editorial Paidós.
- Perkins, D. (1992). *Smart Schools. Better thinking and learning for every child*. Nueva York: Free Press.
- Perkins, D. (1997). *La escuela inteligente*. España: Gedisa, pp. 31-38.
- Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? Stone Wiske, M. (Ed.) *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. (Primera edición, pp. 69-94). Editorial Paidós.
- Pino Juste, M. R., y Soto Carballo, J. (2010). Ventajas e inconvenientes de la tutoría grupal como estrategia docente. Estudio de caso. *Bordón: revista de pedagogía*.
- Planella, J.; Escoda, L; Suñol, J.J. 2009. Análisis de una experiencia de aprendizaje basado en problemas en la asignatura de Fundamentos de Física. Red U. Revista de Docencia Universitaria. 16 páginas. [http://www.um.es/ead/Red\\_U/3/](http://www.um.es/ead/Red_U/3/)
- Prieto, L. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas, en *Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales* Vol.64. Núm.124. Págs. 173-196.
- Medina, A. R., & Sevilla, J. G. (2008). La elaboración de problemas ABP. In *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria* (pp. 37-53). Servicio de Publicaciones.

- Stones Wiski, M. (1999). La importancia de la comprensión. Stone Wiske, M. (Ed.) *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. (Primera edición, pp. 21-34). Editorial Paidós.
- Tejera, A. (2007). Lentes desde donde abordar la metodología de casos. El estudio de caso desde la tutoría. Vázquez, M. (Ed.) *La gestión Educativa. La metodología de casos*. (pp. 19-25). Uruguay. Gráfica Don Bosco.
- Van Gool, M. (2009). Metodología de investigación en ciencias agrarias: proceso y estrategia de enseñanza. En libro de resúmenes. Primer congreso internacional de pedagogía universitaria. UBS. Eudeba, pp. 806.
- Vázquez, M. I. (2007). Lentes desde donde abordar la metodología de casos. El estudio de caso desde la tutoría. Vázquez, M. (Ed.) *La gestión Educativa. La metodología de casos*. (pp. 8-18). Uruguay. Gráfica Don Bosco.
- Villegas Múnera, E. M., Aguirre Muñoz, C. A., Díaz Hernández, D. P., Galindo Cárdenas, L. A., Arango Rave, M. E., Kambourova, M., & Jaramillo Marín, P. A. (2012). La función del tutor en la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas en la formación médica en la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia. *Iatreia*, 25(3), 261-271.
- Vizcarro, C., & Juárez, E. (2008). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas? *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria*, 17-36.
- Walsh, W.J. (1978). The McMaster programme of medical education, Hamilton, Ontario, Canada: developing problem-solving abilities. *Public Health Pap.*, 70, 69-77.
- Wassermann, S. (1994). La enseñanza basada en el método de casos: una pedagogía de aplicación general. Wassermann, S. (ed.) *El estudio de casos como método de enseñanza*. (pp. 4-11). Buenos Aires: Amorrortu
- Wassermann, S. (1999). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu.

## ANEXO DE MATERIALES E INSTRUMENTOS

Caja 1: Encuesta sobre conceptos previos.

Conceptos previos

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F).

-La superficie del suelo cuando se enfría pierde temperatura

-El calor es energía en tránsito

-En la escala térmica Celsius, el agua se evapora a los 100°C

-Un joven con una cuchara de metal agita agua en ebullición contenida en una taza y al cabo de unos minutos la mano que sostiene la cuchara percibe cambios de temperatura

-En una vivienda calefaccionada, el aire interior se mueve de un lugar a otro por diferencia de temperatura

-La luz viaja por el espacio, llega a un espejo y parte de la luz se refleja

## Caja 2: Encuesta para las/os docentes

### Tu opinión nos servirá para mejorar nuestras clases

Por favor serías tan amable de responder marcando con una cruz en los casilleros que consideres más conveniente, evaluando cada ítem según tu opinión.

Desde ya muchas gracias por el tiempo dedicado

La situación problemática o caso se caracteriza porque:					
Indique su nivel de acuerdo (5 es completamente de acuerdo y 1 es completamente en desacuerdo) con las siguientes afirmaciones					
	5	4	3	2	1
el nivel de dificultad es el apropiado					
es adecuada para comprender el tema					
refleja aspectos importantes de la unidad temática					
la comprensión del tema mejora cuando el análisis se realiza en grupo					
la integración de los conceptos se ve favorecida con la elaboración grupal de la presentación del caso					

Los materiales de lectura y complementarios utilizados para consulta:					
Indique su nivel de acuerdo (5 es completamente de acuerdo y 1 es completamente en desacuerdo) con las siguientes afirmaciones					
	5	4	3	2	1
son fáciles de comprender y están bien escritos					
son los adecuados para analizar y resolver el caso					
son suficientes como material de estudio					

Los estudiantes:					
Indique su nivel de acuerdo (5 es completamente de acuerdo y 1 es completamente en desacuerdo) con las siguientes afirmaciones					
	5	4	3	2	1
muestran entusiasmo y compromiso para resolver el caso					
comprenden el tema e integran conceptos de diferentes unidades					
buscan la información necesaria para planificar la resolución					
son ordenados en la planificación de estrategias de resolución					
comunican los resultados en forma conveniente y con fundamentos					
integran la teoría con la práctica					

¿Había trabajado con problemas y casos a lo largo de su formación académica?

- Sí
- No
- No sabe
- No contesta

¿El análisis y resolución de casos te permitió enseñar mejor el tema?

- Sí
- No
- No sabe
- No contesta

¿Recomendarías la incorporación de casos en otras unidades temáticas de la asignatura?

- Sí
- No
- No sabe
- No contesta

Califica la utilidad de los materiales relacionados al tema para resolver el caso. Elige una de las siguientes opciones.

- Muy útiles
- Útiles
- Neutral
- Poco útiles
- Muy inútiles

¿Qué te pareció el modo en que se desarrollaron las clases para analizar y resolver el caso? Elige una de las siguientes opciones.

- Muy ameno/grato/agradable
- Aceptable
- Monótono
- Malo
- Aburrido

¿Cómo valorarías la complejidad del caso? Elige una de las siguientes opciones.

- Muy simple
- Simple
- Más o menos
- Difícil
- Muy difícil

¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la forma de presentación, análisis y resolución de los casos?

Agrega cualquier comentario que consideres importante

### Caja 3: Encuesta para las/os estudiantes

**Tu opinión nos servirá para mejorar nuestras clases**

Por favor serías tan amable de responder marcando con una cruz en los casilleros que consideres más conveniente, evaluando cada ítem según tu opinión:  
**Desde ya muchas gracias por el tiempo dedicado**

La situación problemática o caso se caracteriza porque: (en las siguientes afirmaciones indique su nivel de acuerdo, siendo 5 completamente de acuerdo y 1 completamente en desacuerdo)

<b>La situación problemática o caso se caracteriza porque:</b>					
Indique su nivel de acuerdo (5 es completamente de acuerdo y 1 es completamente en desacuerdo) con las siguientes afirmaciones					
	5	4	3	2	1
el nivel de dificultad es el apropiado					
es adecuada para comprender el tema					
refleja aspectos importantes de la unidad temática					
la comprensión del tema mejora cuando el análisis se realiza en grupo					
la integración de los conceptos se ve favorecida con la elaboración grupal de la presentación del caso					

<b>Los materiales de lectura y complementarios utilizados para consulta:</b>					
(en las siguientes afirmaciones indique su nivel de acuerdo, siendo 5 completamente de acuerdo y 1 completamente en desacuerdo)					
	5	4	3	2	1
son fáciles de comprender y están bien escritos					
son los adecuados para analizar y resolver el caso					
son suficientes como material de estudio					

<b>Los docentes:</b>					
(en las siguientes afirmaciones indique su nivel de acuerdo, siendo 5 completamente de acuerdo y 1 completamente en desacuerdo)					
	5	4	3	2	1
se comunican en forma clara y fácil de entender					
promueven la participación de los estudiantes					
utilizan ejemplos útiles para explicar					
favorecen la comprensión del caso con sus intervenciones					
integran teoría y práctica					

¿Había trabajado con problemas y casos a lo largo de su formación académica?

- Si
- No
- No sabe
- No contesta

¿El análisis y resolución de casos te permitió comprender mejor el tema?

- Si
- No
- No sabe
- No contesta

¿Recomendarías la incorporación de casos en otras unidades temáticas de la asignatura?

- Si
- No
- No sabe
- No contesta

Califica la utilidad de los materiales relacionados al tema para resolver el caso. Elige una de las siguientes opciones.

- Muy útiles
- Útiles
- Neutral
- Poco útiles
- Muy útiles

¿Qué te pareció el modo en que se desarrollaron las clases para analizar y resolver el caso? Elige una de las siguientes opciones.

- Muy ameno/grato/agradable
- Aceptable
- Monótono
- Malo
- Aburrido

¿Cómo valorarías la complejidad del caso? Elige una de las siguientes opciones.

- Muy simple
- Simple
- Más o menos
- Difícil
- Muy difícil

¿tiene alguna sugerencia para mejorar la forma de presentación, análisis y resolución de los casos?

Aareaa cualquier comentario que consideres importante