

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE HUMANIDADES

Especialización de Posgrado en Docencia de la
Educación Superior

TRABAJO INTEGRADOR FINAL

*ENSEÑAR UNA ASIGNATURA DE CIENCIA EXPERIMENTAL EN TIEMPO DE
PANDEMIA.*

*Relato y análisis de una experiencia en la asignatura Laboratorio de Calor y
Termodinámica.*

Autora: Sandra Patricia Blatter

sandra.patricia.blatter@gmail.com

Fecha de presentación:

Abril 2024

1. Resumen

El año 2020 comenzaba con una conmoción internacional debido a los reportes de los crecientes casos de una nueva enfermedad originada en la ciudad china de Wuhan y que, rápidamente se extendió a lo largo y ancho del mundo. Esta enfermedad denominada COVID-19, no tardó en registrar casos positivos en nuestro país. Impulsado por las medidas adoptadas por países del continente europeo y asiático, el presidente de la Argentina decreta el aislamiento social preventivo y sanitario (ASPO), como medida de prevención ante la ola de contagios de COVID-19. De un día para el otro, todos los habitantes del suelo argentino debimos quedarnos en casa. Se volvió tendencia en redes sociales el hashtag “#QuedateEnCasa”. Esta nueva realidad llevó a modificar la forma de dar clases en todos los niveles educativos. Lo que se conocía como aula había desaparecido y todos debimos aprender a construir una nueva: el aula se había trasladado a los hogares de alumnos y docentes.

Las personas involucradas en educación (docentes, directivos, personal de gestión en educación, tutores y alumnos) comenzamos a escuchar palabras y frases como *“plataformas robustas de e-learning”*, *“plataformas para videoconferencias”*, *“aulas virtuales”*, entre otras tantas. Los especialistas en docencia hispanohablantes y multilingües se agolparon en las plataformas de streaming para brindar consejos y sugerencias dando luz y paz al caos creciente.

Muchos fuimos escépticos (me incluyo) en pensar que ese “encierro forzado” no se prolongaría en el tiempo; los actores universitarios fueron parte de este escepticismo. En los primeros días, las actividades académicas debieron desarrollarse bajo la incertidumbre de retomar la presencialidad en el corto plazo, presencialidad que recién ocurrió paulatinamente y con medidas preventivas en el año 2022.

El escenario que se presentaba a comienzo del año 2020 me encontró como docente de la asignatura Laboratorio de Calor y Termodinámica la cual forma parte del plan de estudio de las carreras de Profesorado y Licenciatura en Ciencias Físicas. Las clases se dictan en el segundo cuatrimestre del segundo y primer año de cada una de las carreras mencionadas. Como su nombre lo dice es una asignatura que se desarrolla en un laboratorio, donde los instrumentos de medición y materiales de diversos orígenes forman parte principal de los recursos didácticos. Ante un escenario de cambio, donde el laboratorio ya no podía ser ese espacio físico en el 2° piso del edificio de Física de la

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FaCENA) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), las primeras inquietudes que me atravesaron fueron:

¿cómo trasladar hacia un medio virtual el proceso de enseñanza de asignaturas que requieren práctica experimental presencial, cuando estos alumnos se encuentran en sus hogares?

¿Cómo llevar adelante espacios de formación experimental en la virtualidad?

Sobre estas preguntas intentaré reflexionar en las páginas siguientes, aportando mi experiencia durante la educación remota de emergencia (ERE), con sustento en los aportes teóricos brindados en el cursado de la Especialización en Docencia en Educación Superior.

2. Presentación y descripción de la situación problemática

Antecedentes de enseñanza del Laboratorio de Calor y Termodinámica en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste

En el año 2014, me incorporé al plantel docente de la asignatura Laboratorio de Calor y Termodinámica luego de quedar primera en el orden de mérito del concurso público de Auxiliar Docente de Primera.

La asignatura “Laboratorio de Calor y Termodinámica” se encuentra en el primer año, segundo cuatrimestre de la carrera de Licenciatura en Ciencias Físicas y en el segundo año, segundo cuatrimestre del Profesorado en Física. Esta materia conforma una de las 29 materias de formación básica específica y obligatoria de ambas carreras. La asignatura cuenta con un programa presentado por la profesora responsable hasta el año 2020 y aprobado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE, según Resolución N° 0154/14. A pesar de los 9 años de antigüedad del programa, aún hoy sigue vigente.

Cómo se mencionó anteriormente, el plantel docente está constituido por un Profesor Responsable; acompañan a esta figura, un JTP y dos auxiliares docentes, todos con dedicación simple.

Los alumnos que cursan esta materia, previamente se han apropiado de conocimientos sobre álgebra y cálculo matemático básico, además de los conceptos de la mecánica clásica, tanto en la resolución de problemas de lápiz y papel como en la realización de experiencias de laboratorio y comunicación de estas.

Las estadísticas muestran que los estudiantes de ambas carreras son jóvenes adultos, recientemente egresados del nivel medio. Si bien, las carreras son afines en contenidos, hace pocos años se registran inscripciones de alumnos en ambas dos.

Al poco tiempo de mi incorporación a la asignatura, la misma inicio una transformación profunda, impulsada por la mirada pragmática de uno de los profesores, que, si bien se formó como físico, la vida lo condujo por caminos más vinculados a la ingeniería, es decir, a la aplicación de los conceptos físicos para resolver problemas de la vida cotidiana.

El desafío planteado en ese momento fue enorme, dado que constituía en dejar atrás los cuadernillos denominados “Guías de Laboratorio”, que venían siendo usado desde la

creación de ambas carreras en 1987. En sus páginas, se podían leer concepciones de la ciencia, que para los años actuales resultaban obsoletas. El cuadernillo presentaba a modo de receta de cocina los experimentos a realizar para comprobar las leyes Termodinámicas. No se dejaba nada al azar y en gran parte producían encuentros de enseñanza-aprendizaje tediosos.

Se intentaba dejar atrás este método de enseñanza para brindar a los alumnos herramientas que les permitan afrontar las necesidades de una sociedad en la que cada vez existe mayor desarrollo científico y tecnológico, además de hacer énfasis en la conveniencia de transferir muchos de sus saberes a otros contextos y situaciones cotidianas. En este sentido, se redujo el número de laboratorios de 16 a 6. Estos últimos se encontraban agrupados de forma equitativa en dos módulos: “Gases Ideales” y “Propiedades de las sustancias Puras”. Cada experiencia de laboratorio se desarrollaba en 2 clases semanales de cuatro horas: la primera clase o primer momento consistía en establecer una hipótesis relacionada con los contenidos a desarrollar en cada experiencia, luego el profesor responsable exponía oralmente ayudado por recursos multimedia los conceptos teóricos involucrados. Por último, los alumnos debían confeccionar una planilla de cálculo donde se volcaban cada una de las mediciones realizadas (el registro de las mediciones se realizaba durante la experiencia, lo que favorece la toma de decisiones para descartarla y volverla a realizar o conservarla en la muestra obtenida). La primera clase concluía con el armado de los dispositivos involucrados en las mediciones y la realización de una prueba piloto de cómo manipular los instrumentos de medición. El compromiso de los alumnos para la segunda clase de cada experiencia era poder leer la bibliografía seleccionada por los profesores y que se encontraba a disposición en una carpeta de Google Drive, a la cual tenían acceso todos los alumnos del curso, además de repasar funciones básicas de la planilla de cálculo elegida para registrar los valores, cómo ser: operar con celdas, realizar gráficas de diversas formas (es aquí donde los alumnos tienen la libertad de elegir el software a emplear, muchos de ellos están habituados a trabajar en entorno Linux y otros en Windows)

La segunda clase iniciaba con un repaso de lo desarrollado en la clase anterior y rápidamente los alumnos reunidos en grupo de no más de 3 integrantes se disponían a realizar las mediciones y registrarlas asistidos por los docentes de la asignatura. La clase concluía con la puesta en común de los resultados obtenidos y se dejaban abiertas preguntas con las cuales los alumnos debían analizar las mediciones realizadas.

La última clase de la experiencia era destinada a consultas y/o repetición de las mediciones.

Había dos momentos de evaluación sumativa: al finalizar el primer y segundo módulo, en ellos los alumnos eran evaluados en forma grupal e individual. Al terminar cada módulo, los alumnos presentaban un informe escrito (evaluación grupal) y lo defendían oralmente (evaluación individual), para ello se les solicitaba que realicen una presentación multimedia con los contenidos más relevantes de la experiencia. Para cada instancia se contemplaba una instancia de recuperación.

La metodología relatada en los párrafos anteriores adquirió su forma completa luego de 4 años de ser implementada, constituía una marca registrada en el departamento de física y varias de las asignaturas de carácter experimental adoptaron esta forma de enseñanza. Sin embargo, al compromiso asumido por el equipo docente en 2014, hizo falta el registro escrito científico y pedagógico de las experiencias diseñadas durante estos años. En los 8 años que llevaba la metodología implementada, como plantel docente la coordinación para un registro docente de las prácticas áulicas estuvo ausente. Observando desde la distancia, la elaboración progresiva y continua de un material didáctico hubiese sido de utilidad ante el contexto atípico en el que nos encontramos durante los años 2020-2021.

Las clases de laboratorio de Calor y Termodinámica durante el año 2020 y el problema de cómo enseñar en contexto de pandemia

Con una planificación aceptada llegamos al 2020, como mencioné al inicio, a muchos docentes nos costaba aceptar que durante ese año el aula sería trasladada al hogar. Este pensamiento junto con otras actividades docentes del equipo de profesores, hicieron que la planificación de la asignatura quede colgada hasta el inicio del segundo cuatrimestre de ese año, con la esperanza puesta en poder volver a nuestro hábitat de enseñanza. Esto último no sucedió.

El mes de agosto de ese año, nos encontró aún en la virtualidad y con una pregunta/problema gigante:

¿cómo enseñar ciencias experimentales en la virtualidad?

Con el cuatrimestre a punto de iniciar, resolvimos implementar la planificación vigente, solo que sin la manipulación de los dispositivos de laboratorio. El número de experiencias se mantuvo y para llevarlas a cabo, consensuamos que se les brindaría a los alumnos los datos registrados en años anteriores para que ellos puedan analizarlos y de esa forma poder aprender los fenómenos involucrados.

Las clases se desarrollaron de forma sincrónica en la plataforma Google Meet institucional, una vez por semana con una duración estimada de 2 a 3 horas, lo cual en la práctica no

sucedió. Se estableció una clase de consulta sincrónica y se puso a disposición un Aula Virtual en la plataforma Moodle de la Universidad, a fin de generar un espacio de consultas asincrónico.

Al final del segundo mes de cursado llegó el primer momento de evaluación. Fue el punto para que, como docentes abramos los ojos y nos demos cuenta que la forma que habíamos elegido para llevar adelante las clases de laboratorio en la virtualidad no estaban dando frutos, los informes y las exposiciones orales no cumplieron con los criterios mínimos esperados.

Rápidamente los docentes nos reunimos y comenzamos a debatir los pasos a seguir en los meses restantes de cursada, es allí donde surge la propuesta de cambiar la planificación.

El diseño de una experiencia de laboratorio para realizar en los hogares como estrategia para la enseñanza en la educación remota de emergencia

La modificación implementada fue drástica, llegamos al acuerdo de disminuir el número de experiencias a realizar para centrarnos en una sola experiencia y que, la misma pueda ser realizada por los alumnos en sus casas con materiales a su disposición y de bajo costo. Los conceptos seleccionados para trabajar fueron: *Cambio de fase de sustancias pura (en este caso el agua); Transferencia de calor de sistemas aislados y el medio ambiente; Coeficiente de conducción del calor de un material*. Además, se bosquejó el diseño de la experiencia y los materiales necesarios para llevarla a cabo: conservadora, hielo, heladera/freezer, termómetro.

En la siguiente clase sincrónica, se comunicó a los alumnos cómo se trabajaría de allí hasta finalizar el cursado y se les planteó interrogantes para trabajar:

- ¿Cómo se puede medir el cambio de fase de una sustancia pura?
- ¿Se produce transferencia de energía entre un sistema aislado y el medio ambiente? Si es así, ¿cómo se puede registrar el cambio?
- ¿Cómo es posible conocer si una conservadora puede conservar mejor que otra?

Luego de un intercambio de ideas entre alumnos y docentes de cómo diseñar una experiencia que permita dar respuesta a estos interrogantes, los docentes brindamos pautas para realizar el experimento.

La experiencia propuesta consistía en congelar una determinada cantidad de agua; colocarla dentro de una conservadora y dejarla en el mismo lugar durante 12 horas. Cada hora se debía registrar la temperatura ambiente. Las propiedades organolépticas del hielo

(color) y su volumen se registraron al inicio y final de la experiencia. Los estudiantes tenían una semana llevar a cabo la experiencia y recolectar los datos. El siguiente paso fue cómo registrar las mediciones de volumen, temperatura y color. Surgieron varias propuestas para cada una de ellas, siendo las más aceptadas las siguientes:

- Medición del volumen del hielo inicial: volumen conocido de un recipiente.
- Medición de la temperatura ambiente: estación meteorológica de la ciudad en la que se encontraban en ese momento y la cual era encontrada en la WEB.
- Registro del color del hielo: tomar fotografía al inicio de la experiencia y al final. Mediante el color del hielo se elaboró una escala cualitativa-cuantitativa de la temperatura (un hielo muy blanco, se asumió a una temperatura de -15°C y hielos más translúcidos a temperaturas menores.

La siguiente clase consistió en que cada alumno cuente su experiencia con el experimento y socialicen los datos obtenidos. Para que, posteriormente se utilicen estos datos en la determinación de las propiedades intensivas de la sustancia pura en estudio: calor latente, calor sensible y energía absorbida por la muestra, así como también el coeficiente de conducción del calor de la conservadora

Luego de plantear la problemática que quiero abordar y relatar una estrategia utilizada a fin de sortear esta problemática, me siento en la necesidad de detenerme en este momento, para poder expresar la importancia de ciertas características observadas en el plantel docente de esta asignatura. Antes de mencionarlas, es indispensable decir que los cuatro docentes que en este momento histórico del planeta estábamos a cargo del dictado de la materia no contábamos con una formación inicial docente, es decir, nuestras formaciones de base eran disciplinares: Licenciados/as en Física e Ingeniera química. Solo yo contaba con una formación docente aportada por el Profesorado Universitario de la UNNE. Aún así, fuimos capaces de viral nuestra práctica docente con el fin de producir en el alumno un aprendizaje significativo.

Las características que fueron principales para llevar adelante el cursado de la materia fueron dominio de la disciplina y empatía. La primera está relacionada a la capacidad de elaborar una experiencia sencilla en la cual puedan trabajarse varios fenómenos simultáneamente; la segunda, y no por eso más importante, tiene que ver con la mirada humana, el ponerse en el lugar del alumno que al igual que nosotros debía seguir con sus actividades académicas en un contexto para el cual no estábamos preparados.

De esta problemática desprendo otros cuestionamientos que podrían ser perspectivas de análisis con los cuales abordar la enseñanza en este contexto atípico cómo así también en contexto más habituales de enseñanza:

- *¿Qué implica enseñar ciencias en contextos denominados normales y atípicos?*
- *¿Desde que mirada se enseña ciencia en estos contextos?*
- *¿Qué competencias docentes son necesarias para enseñar ciencias experimentales?*
- *¿Es necesaria el conocimiento docente o solo basta con el conocimiento disciplinar de la ciencia que se enseña?*
- *¿Para enseñar ciencias experimentales es necesario la intervención de la institución o solo basta el contrato enseñanza-aprendizaje firmado en forma implícita docente-alumno?*
- *Las estrategias de enseñanza aplicadas, ¿fueron las adecuadas para producir un aprendizaje significativo en el alumno?*

En la próxima sección pretendo brindar el marco teórico para abordar el cuestionamiento principal y los que se despenden del mismo. El mismo lo construí gracias a la Especialización en Docencia de la Educación Superior, la cual me facilitó el acceso a diferentes y destacados autores que, si bien no se refieren específicamente a la enseñanza de las ciencias experimentales, aportaron una invaluable reserva de sabiduría para tratar de comprender todas las dimensiones que involucra este tema.

3. Marco Referencial

Breve introducción donde se mencione los conceptos sobre los cuales se va a trabajar.

Considero interesante iniciar la conceptualización de la problemática elegida definiendo la enseñanza. Creo primordial que todos los docentes podamos elaborar una idea de lo que es para nosotros enseñar como antesala a ejercer la docencia. Muchos de nosotros llegamos a las aulas, sin haber estado matriculado en una carrera ligada al quehacer del profesor, iniciamos este camino con los contenidos disciplinares de las áreas de nuestro interés.

Basándome en esto, decido expresar que “la enseñanza es una práctica social y pedagógica compleja, determinada por múltiples factores que influyen en la toma de decisiones del profesor y en las acciones que realiza. En estas decisiones y acciones intervienen tanto los conocimientos, valores, creencias e ideología del profesor como los condicionantes institucionales, socioeconómicos, culturales e históricos de ejercicio de su profesión (Alcalá, 2002:1). También es necesario sumar que “la propia idea de enseñanza carece de sentido sin aceptar una tarea intencional y específica de ordenamiento y regulación del ambiente y/o de la actividad con el fin de promover experiencias y aprendizajes (Feldman, 2010:16). En este sentido, Fierro et al (1999) en su definición de práctica docente (que desde mi perspectiva se encuentra muy vinculada a la definición de enseñanza brindada por Alcalá (2002)) alude al término “agentes implicados al proceso”; para hacer referencia que además del profesor, es necesario involucrar a padres, alumnos, autoridades educativas.

Si nos posicionamos en lo complejo de la enseñanza, Pro Bueno () expresa que lo único claro es que, “la enseñanza de las ciencias es compleja”. Es aquí donde surge la vinculación entre enseñanza y ciencias.

Enseñanza de las ciencias experimentales.

Previo a iniciar el desarrollo de las implicancias vinculadas a la enseñanza de las ciencias y sobre todo a las experimentales. Considero pertinente mencionar algunas definiciones de ciencias. ¿Qué son las ciencias? O aún mejor expresado ¿qué no son las ciencias?

Para esto quiero exponer parte de una actividad que en mis años de docencia en secundario propuse a mis alumnos de Fisicoquímica de 2ª año: “Buscar en el diccionario

la palabra ciencia". La Real Academia Española brinda 4 definiciones de ciencia, una de ellas es:

"Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente"

Al analizar esta oración podemos observar que se desprenden concepciones epistemológicas de la ciencia. Siguiendo la exposición de Alcalá (2000) y Pro Bueno () se distinguen una concepción clásica (observación); empirista (experimentación); racionalista (razonamiento).

Este empirismo y racionalista son dos posturas ligadas a la perspectiva absolutista. Esta última, "recoge las tradiciones positivas y racionalista para las cuales el conocimiento científico es verdadero, universal y ahistórico". Esta forma de encasillar a la ciencia ha sido criticada por muchos especialistas. Desde un punto de vista moderno la ciencia es el conjunto de todo eso. Así lo establece la nueva filosofía de las ciencias.

Ahora bien, dentro de estas ciencias, se encuentra la física (ciencia que es objeto de este trabajo). Podemos decir que, la física es una ciencia fundamental que estudia los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza, intenta develar y velar por el entendimiento de lo que pasa en nuestro planeta y más allá de él.

Lo expuesto hasta el momento queda resumido en una apreciación muy pertinente *"cualquier suceso que tiene lugar ante nuestros ojos, identificado como un cambio de nuestro entorno a través de la información proporcionada por nuestros sentidos, ocurre obedeciendo una serie de reglas fundamentales –al menos así nos parece-, ajenas a nuestra voluntad, que pueden ser muy complicadas de entender, muy difíciles de descubrir o, por el contrario, muy simples de establecer: estos sucesos los conocemos por el nombre de fenómenos físicos"* (Gutiérrez Muñoz, 2007:32)

Es posible formalizar lo expuesto por Gutiérrez Muñoz recurriendo a la línea histórica de los descubrimientos que se le atribuyen a la física, de alguna manera, sigue el método científico, es decir, requiere de una observación, formulación de una o varias hipótesis; realizar un experimento; analizar los resultados; concluir. Aunque actualmente, los profesores de ciencias hablamos de enseñanza de procedimientos que "apuntan a desarrollar destrezas y habilidades de manipulación de instrumentos y objetos (motricidad fina), de observación, de registro, de comunicación (Lorenzo, G, 2020: 16).

Siendo la física una ciencia empírica fáctica, es momento de comenzar a pensar desde que enfoques didácticos se enseña esta ciencia en las aulas; que funciones o competencias son necesarias en los docentes que eligieron esta disciplina para desempeñarse profesionalmente en el campo de la docencia y cómo aprenden los alumnos los conceptos relacionados a los fenómenos de la naturaleza.

Alcalá (2000) establece cuatro enfoques didácticos. El enfoque tradicional; el enfoque tecnicista; enfoque activo y enfoque problematizador. Mientras que Fenstarmacher y Soltis (1999), citado por Feldman (2010) establecen tres de ellos: enfoque ejecutivo, terapeuta y liberador. Estos últimos están enmarcados en que los alumnos después proceso de enseñanza sean “personas educadas”. Lo interesante es que todos ellos están relacionados.

En primer lugar, el enfoque tradicional transmite conocimientos que se consideran verdades permanentes, apoyado en la concepción absolutista-racionalista del conocimiento, donde los roles de profesores y alumnos son protagonistas y pasivos, respectivamente. Este enfoque prioriza la habilidad del docente. Los contenidos, son aquellos organizados según la disciplina, compuestos por listados de temas, capítulos o unidades ordenados de forma exhaustiva y fragmentada para su posterior memorización por parte del alumnado, por lo que los convierten en materiales alejados de los intereses y necesidades evolutivas de los alumnos. Las instancias evaluativas se reducen a la realización y calificación de exámenes lo que se encuentra ligado a la verificación del almacenamiento de datos.

El enfoque ejecutivo que menciona Feldman () este ligado a la enseñanza tecnicista. Esta última, que nació con la industrialización y apogeo del capitalismo a finales del siglo XIX, persigue a la enseñanza como una actividad científica, rigurosa y eficaz. Se definen objetivos precisos, los cuales serán alcanzados como resultados del proceso de aprendizaje. El alumno es ejecutor de tareas de aprendizaje previstas y secuenciadas en orden de complejidad creciente, mientras que el docente es un ejecutor del curriculum elaborado por especialistas. Esto está estrechamente ligado con objetivos claros los cuales sean alcanzables dentro de las posibilidades de los alumnos, teniendo presente su propia capacidad y recursos. Los profesores que enmarcan su enseñanza en el enfoque tecnicista son buenos administradores del tiempo de clase ya que lo aceptan como un importante factor para lo que se llama “oportunidad de aprendizaje”, que encuadra al éxito basado en el avance progresivo y pautado.

Siguiendo con la descripción de los enfoques didácticos, nos encontramos con el enfoque activo, el cual se enmarca en los postulados de la escuela nueva: “la educación prepara

para la vida, se da en la vida y coloca al alumno en el centro de la reflexión” (Alcalá, 2000: 22). En cuando a la posición epistemológica predominante es el relativismo. El profesor adquiere un enfoque de terapeuta, dado que el su rol es de ayudar a los alumnos a crecer, promoviendo así “un aprendizaje significativo en estos últimos. Para esto, crea un ambiente propicio para procesos autónomos de toma de decisiones por parte de los estudiantes, autenticidad y desarrollo de las propias potencialidades.

Por último, el enfoque problematizador se encuentra ligado con un enfoque liberador que proponen Fenstermacher y Soltis. Este último asume como “objetivo de la educación liberar la mente de los alumnos del peso de la rutina, la tradición o la primera evidencia” (Feldman, 2010: 29). La imagen de persona educada está ligada al conocedor y al pensador; donde los alumnos adquieren una personalidad racional, autónoma y cooperativa. Esto, está en resonancia con la formación que persigue el enfoque problematizador: “la escuela debe formar sujetos activos, creativos, autónomos, capaces de convivir democráticamente y de comprender el mundo circundante. En cuanto a la tarea del profesor la misma es protagonista del proceso de enseñanza, además de tener una exigencia extra dado que debe ser modelo que represente este tipo de personalidad.

Actualmente la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales pueden analizarse de desde la perspectiva problematizadora, dado que persigue el enfoque constructivista, en el que se destaca el papel de las concepciones y creencias del alumno o desde la perspectiva evolutiva en la que se analiza la demanda cognitiva de los contenidos, objeto de aprendizaje respecto del desarrollo evolutivo de los estudiantes.

En particular, la física enseña modelos que permiten entender los fenómenos, los mismo son aceptados cuando pueden ser contrastados con la experiencia, con la observación, con la medición y el análisis de resultados. Es así, que en la carrera Licenciatura en Ciencias Físicas se hace ineludible la incorporación de asignaturas vinculadas que desarrollo de trabajos prácticos experimentales o trabajo prácticos de laboratorio, siendo estás un componente esencial de las actividades de enseñanza obligatorias para el estudiantado.

Históricamente, la enseñanza de las ciencias experimentales se inició en el siglo XIX (Lorenzo, 2020). Jonh Locke fue el propulsor de introducir prácticas de laboratorio en la educación, y a finales del siglo XIX ya formaba parte integral del currículo de las ciencias en Estados Unidos, posteriormente se extendió a los sistemas educativos de otros países (Barberá y Valdés, 1996) En nuestro país, la Universidad de Buenos Aires tiene registro que en el año 1829 se dictó el primer curso de física experimental (Flacso, 2011:126)

Los trabajos experimentales constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias por permitir una multiplicidad de objetivos, por ejemplo, la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las clases de ciencia; los conceptos científicos, el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar; el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo; la aplicación de estrategias para resolución de problemas teóricos o prácticos (Caamaño, 2003). Sumo a esto la comunicación del proceso: la redacción del informe de laboratorio, en el cual se plasma el procedimiento realizado. Es aquí, donde me tomo el atrevimiento de realizar un paréntesis y mencionar lo escrito por Marta Souto (2016) “la escritura en sí misma es proceso formativo, el relato implica reconstrucción de lo vivido (...)”.

En el momento que los trabajos experimentales tienen un carácter académico, los mismos son considerados un tipo de clase dentro de la tipología de clases para el proceso de enseñanza, correspondiéndole un papel o función principal del desarrollo de habilidades experimentales.

Dormido (2004) y Hurtado et al (2006) realizan una clasificación de los trabajos experimentales. El primero los llama laboratorio y los clasifica en función de dos criterios: (1) La forma de acceder a los recursos (local o remota) para propósitos de experimentación y (2) la naturaleza del sistema físico (real o virtual), con lo que los entornos de experimentación quedarían clasificados de acuerdo con la siguiente tabla (Calvo, et al, 2008:2):

	Real	Virtual
Local	Laboratorios presenciales con plantas reales	Laboratorios presenciales con plantas simuladas
Remoto	Tele operación de una planta real	Laboratorio remoto con plantas simuladas

Mientras que, los segundos autores identifican tres tipos de experimentos que pueden destacarse dependiendo de la situación en la que se planteen las clases de Física: *experimentos reales, mentales y de simulación*.

En los experimentos reales el estudio de los fenómenos se realiza a través de los sentidos, involucrando a la observación directa, la manipulación de instrumentos de laboratorio y la medición. Además, podemos dividirlos en tres tipos: los experimentos demostrativos en el

aula, los de laboratorio y los caseros. El primero de estos últimos, es aquel que, presenta un montaje complicado, por lo que es utilizado únicamente por el profesor; o es seleccionado como un recurso didáctico que hace las veces de disparador para luego abordar las leyes o principios que se desprenden del éste. Mientras que, el experimento de laboratorio es el que realizan los estudiantes en el lugar de estudio (la facultad, colegio o en instituciones que destinen espacio para realizar este tipo de actividad formativa) bajo la supervisión y una documentación teórica dada por el profesor y permite la confrontación de las diferentes hipótesis dadas por los integrantes de un grupo, así como la unificación de criterios en el momento de la discusión y el análisis de resultados. Éste, es el laboratorio con el que más nos encontramos familiarizados los docentes y estudiantes de carreras universitarias vinculadas a las ciencias experimentales y a las ciencias de la salud, dado que “se caracterizan por incluir en la gran mayoría de sus asignaturas lo que suele denominarse trabajo práctico experimental o trabajo práctico de laboratorio como un componente esencial de las actividades de enseñanza obligatorias para el estudiantado” (Lorenzo, M., 2020). Por último, los experimentos caseros, por otro lado, son actividades enriquecedoras y cercanas al aprendizaje de la física, ya que se realizan fuera del aula y zona accesibles para los estudiantes, proporcionando una alternativa asequible para abordar y mostrar temas físicos.

Los experimentos mentales son una construcción ideal que facilita la comprensión de conceptos y fenómenos físicos que son difíciles de comprobar empíricamente. Es útil en la enseñanza teórica, ya que estimula la imaginación y la creatividad al obligar a pensar abstractamente. Algunos de los conceptos físicos relacionados a esta clase de experimento se encuentran: la inercia, el gas ideal, las superficies sin fricción.

En cuanto a los experimentos de simulación, tengo que mencionar que, éstos son consecuencia del desarrollo científico-tecnológico de las últimas décadas del siglo XX y la primera década del siglo actual. Su principal fuente de funcionamiento son las computadoras, dado que los mismos son programas informáticos que permiten visualizar diferentes estados de un fenómeno natural, facilitando la comprensión intuitiva de su comportamiento. Es posible, mencionar ventajas y desventajas en la aplicación de ellos. Entre las ventajas, la más importante es su acceso global, sumado a que los estudiantes pueden analizar diversos fenómenos físicos sin necesidad de construir montajes físicos, además de modificar parámetros relacionados con el fenómeno en estudio, mientras como desventajas se enumeran la simplificación de los fenómenos físicos y la falta de contexto real entre otros.

Por último, los laboratorios remotos son “aquellos que existen y pueden ser manipulados de forma remota a través de Internet, haciendo uso de Webcams, hardware específico para la adquisición local de datos y software para dar una sensación de proximidad con el equipamiento” (Calvo, et al, 2008:4)

Hoy en día, estos dos últimos tipos de laboratorios están ampliamente utilizados y adquirió su mayor auge durante la pandemia 2020-2021, tema que se profundizará más adelante.

Centrándonos en el aprendizaje de los alumnos, Lorenzo (2020) hace referencia a dos grandes tipos de procedimientos que pueden tener lugar en una clase de práctica experimental: los procedimientos intelectuales (PI) y los procedimientos sensoriomotores (PS). A su vez, los primeros pueden dividirse en dos categorías: aquellos que ayudan a los estudiantes a identificar un objeto o evento específico (PIR) y aquellos que se utilizan para supervisar acciones y tomar decisiones en situaciones para ejercer control sobre ellas (PIC). Se reconoce que los segundos implican una demanda cognitiva más elevada que los primeros. Mientras que los segundos, abarcan dos tipos de acciones: aquellas destinadas a la manipulación precisa para modificar el sistema (PSA) y las relacionadas con la especialización sensorial que facilita la conversión de observaciones en datos (PSO). Por ejemplo, registrar la temperatura en un termómetro.

Competencias Docentes del profesorado universitario.

En este punto del desarrollo teórico, queda claro que la enseñanza de las ciencias experimentales alienta a que los profesores se paren en el enfoque problematizador con una perspectiva de aprendizaje en el constructivismo. Aunque muchas veces esto no suceda. Es por eso, que es momento de volcar a esta sección, lo que Zabalza (2006) denomina “las competencias docentes del profesorado universitario”.

De las múltiples definiciones que ofrece Zabalza (2006) sobre competencias, “la capacidad individual para emprender actividades que requieran una planificación, ejecución y control autónomo” es, desde mi perspectiva, la que mejor se ajusta mejor a la problemática que estoy analizando. Las competencias docentes están íntimamente ligadas a los proyectos formativos (Zabalza, 2006) o a los denominados Proyectos de Cátedra (Steiman, 2007). A estos últimos, el mismo autor los denomina como “el proyecto de nuestro trabajo que anticipa nuestras grandes decisiones, las más relevantes y que dejamos asentadas en papel como un documento para el trabajo cotidiano” y en su trabajo desarrolla la estructura clásica de los proyectos formativos: objetivos, contenidos, metodología, evaluación, actividades académicas de la cátedra, bibliografía obligatoria y de consulta.

Los que nos desempeñamos como docentes, sabemos que la tarea de planificar es realmente compleja, dado que es necesario lograr un equilibrio, siendo agentes de enseñanza y no propietarios de esta. Zabalza (2006), brinda algunas pautas por las cuales, la tarea de planificar no es fácil y complementa lo expuesto por Steiman (2007). Establece que se requiere tener presentes ciertas consideraciones al momento de planificar: las determinaciones legales (los descriptores), los contenidos básicos de nuestra disciplina, el marco curricular en que se ubica la disciplina, nuestra propia visión de la disciplina y de su didáctica, las características de nuestros alumnos y tomar en consideración los recursos disponibles. A su vez, Zabalza (2006) plantea en secuencia algunas competencias docentes. Todo esto a su vez está secuencialmente organizado en: Planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje; Seleccionar y preparar los contenidos disciplinares; Ofrecer informaciones y explicaciones comprensible y bien organizadas (competencia comunicativa); Manejo de las nuevas tecnologías; Diseñar la metodología y organizar las actividades; Comunicarse-relacionarse con los alumnos.; Tutorizar.

En cuanto a la selección y preparación de contenidos disciplinares, lo más significativo a destacar es la relevancia y secuenciación de los contenidos más importante de la disciplina que se enseña. Es primordial que se encuentren acomodados a las necesidades formativas de los estudiantes, adecuados a las condiciones de tiempo y de recursos con los que se cuentan. Además de, organizarlos de tal manera que sean realmente accesibles a los estudiantes y que les abran las puertas a aprendizajes post-universitarios.

Centrados en el quehacer docente, Fierro et al (1999) proponen analizar la práctica docente mediante seis dimensiones: personal, institucional, interpersonal, social, didáctica y valoral. La dimensión didáctica está íntimamente conectada con lo expresado por Zabalza y Steiman, solamente que mirado con anteojos de revisar la actividad del profesor. Es una forma de retomar la planificación y evaluar si la misma condujo un proceso reducido a simplemente transmitir y repetir información o si logró una experiencia constructiva y enriquecedora en los agentes involucrados.

Párrafo mencionando las competencias del docente de ciencias experimentales

Es aquí donde, se vuelve indispensable introducir la experiencia docente. Ante este punto, la dimensión de análisis personal propuesta por Fierro et al (1999) se torna sumamente fundamental dado que invita al docente “a reconocerse como ser histórico capaz de analizar su presente y de construir su futuro, a recuperar la forma en que se enlazan su historia personal y su trayectoria profesional, su vida cotidiana y su trabajo en la escuela

(universidad), a recordar las circunstancias que lo llevaron a elegir la docencia como actividad profesional” (Fierro et al , 1999: 29).

Larrosa () propone “los principios de experiencias: exterioridad, alteridad y alineación; subjetividad, reflexividad y transformación; singularidad, irrepetibilidad y pluralidad; pasaje y pasión; incertidumbre y libertad; finitud, cuerpo y vida”, que están muy ligados a las dimensiones de análisis anteriormente expuesta. De estos principios, es relevante el primero “no hay experiencia, si la aparición de un alguien, o de un algo, o de un eso, de un acontecimiento, en definitiva, que es exterior a mí” (Larrosa, :89).

La aparición de un algo en el quehacer docente a inicios del 2020: fue la pandemia, ese momento donde nos tuvimos que quedar en casa y seguir ejerciendo nuestra tarea docente desde una silla en nuestro hogar a través de dispositivos electrónicos. La experiencia es eso que nos pasó. La experiencia supone un acontecimiento externo a nosotros.

Enseñanza de las ciencias experimentales en contextos atípicos.

Antes del 2020, un contexto de enseñanza de materias experimentales del ciclo superior universitario y no universitario en forma remota era impensado por gran parte del colectivo docente. Aún, si se hace una recorrida por ciclos de complementación y posgrados en ciencias experimentales, la mayoría, sino todas las carreras presentan instancias presenciales.

El interrogante de cómo enseñar una asignatura experimental en un contexto donde el aula física no está, alcanzó su estadio máximo en la pandemia COVID-19. Uno de los temas que generó discusiones más acaloradas fue, laboratorios remotos, ¿sí o no?; otro fue: ¿las simulaciones reemplazan a las prácticas experimentales presenciales? Si bien hasta el día de hoy nos encontramos con opiniones dispares y quizás un empate entre los que están “a favor o en contra”, lo cierto fue que, en un contexto de emergencia, las clases debían seguir desarrollándose, como docentes debíamos garantizar que la educación siga desarrollándose, creo que, en esos años, la educación fue lo único que no se paralizó en ningún momento. Como expresa Mariana Maggio () “somos docentes, queremos educar”

Para iniciar la exposición de la enseñanza de las ciencias experimentales durante la pandemia, es pertinente tener presentes algunos términos que surgieron durante ese período.

Durante la crisis desencadenada por la COVID-19, que se propagó casi simultáneamente en muchas partes del mundo, los sistemas educativos se vieron compelidos a implementar

Educación Remota de Emergencia (ERE), recurriendo principalmente al empleo de entornos digitales.

Innumerables son los artículos en revistas científicas que plasmas las experiencias de enseñanza de materias experimentales durante la pandemia. Uno de ellos propone los Laboratorios extendidos “como un nuevo modelo para la enseñanza de las actividades experimentales, el cual reúne sinérgicamente estrategias y recursos en entornos digitales propiciando el aprendizaje de procedimientos intelectuales y sensoriomotores” (Idoyaga y Lorenzo, 2023:1).

La participación de la institución

La universidad Nacional del Nordeste fue una de las tantas universidades del mundo que debió migrar a dispositivos online para que sus alumnos puedan seguir estudiando y sus profesores enseñando. Es posible decir que, la UNNE contó con los recursos para afrontar esta catástrofe sanitaria y poder continuar con los procesos planificados de enseñanza-aprendizaje gracias a la plataforma Moodle. Este sistema de aprendizaje en línea es implementado por esta casa de estudio hace más de una década desde UNNE Virtual, la cual cuenta con personal y equipos de apoyo que siempre están disponibles para ayudar a los miembros de la comunidad universitaria a utilizar el aprendizaje en línea. Tanto el servidor de UNNE Virtual como el equipo de asistencia se vio desbordado durante los años de enseñanza en línea debido a la apertura de aulas virtuales sin precedentes y asombrosa en tiempos tan estrechos, realidad que llevo a ampliar los servidores disponibles para este fin.

Otro desafío que afrontó la universidad fue brindar a los docentes la seguridad que las clases y sobre todo las instancias evaluativas quedaban registradas para su posterior reproducción si así fuese necesario. La solución fue contratar un servicio de mensajería electrónica y almacenamiento en línea, con diversos beneficios entre ellos, la creación de cuentas de e-mails institucionales y almacenamiento ilimitado en la nube de este servidor. Las clases de teoría y desarrollo de trabajos prácticos estaban resueltas. Era momento de preguntarse cómo afrontar las clases que implicaban desarrollo de prácticas profesionales y experiencias de laboratorio. Esta fue un área que cada docente debió afrontar desde su experiencia y voluntad de llevar adelante la enseñanza de los alumnos.

4. Análisis de la situación problemática

Para profundizar la comprensión e interpretación de la situación problemática que es objeto de estudio de este trabajo, es necesario el abordaje de la complejidad de factores que intervienen en ella. Ya el marco referencial distinguió dos dimensiones claves: la ligada a didáctica y la relacionada con los currículos. Dentro de ellas se abordaron una serie de elementos valorables como categorías de análisis para el estudio de la realidad problematizada. Por lo tanto, es en esta instancia en la que corresponde vincular la experiencia adquirida y vivida como parte de ella con una exploración más exhaustiva, lo que contribuirá al intento de responder a las preguntas planteadas inicialmente con una explicación más clara y argumentada.

Análisis de las clases de Laboratorio de Calor y Termodinámica antes de la pandemia.

Al inicio de la descripción de la problemática se mencionó que en el 2004 la asignatura inició un cambio profundo. La enseñanza de la física experimental relacionada con las leyes de la termodinámica estaba conducida por guías de laboratorio que contenían un número de laboratorios igual a las semanas de cursado. Es decir, que se realizaba un laboratorio por semana. Sí, una experiencia por semana, con todo lo que ello implica: toma de mediciones, análisis de mediciones, repetición de las mediciones, redacción del informe. Si retomamos los enfoques didácticos mencionados por Alcalá (2002), es posible encuadrar a esta forma de presentar las clases de laboratorio dentro de un enfoque tradicional. Las guías de laboratorio estaban organizadas según la disciplina y ordenadas en forma exhaustiva siguiendo los capítulos de los tradicionales libros de Calor y Termodinámica (aquí se puede mencionar a autores como Zemansky, García con versiones de sus obras que datan de los años 70). De la manera que estaban planteadas las guías, el alumno adquiría un rol pasivo: solamente reproducía el procedimiento descrito en la guía. Generaciones de Licenciados y Profesores en Física pasaron con este enfoque didáctico.

Transcurrido 14 años del nuevo siglo, y con los cambios profundos tanto sociales, culturales y educativos, esta metodología de enseñanza quedaba atrasada. Era momento de actualizar las estrategias de enseñanza de las clases experimentales de esta asignatura. Actualización que englobaba una importante incertidumbre: la financiación de esta modernización. Encarar cualquier clase de experiencias o laboratorios de los clasificados por Hurtado et al (2006) y Dormido (2004) es necesario la intervención de la

institución. En el caso de los experimentos reales, la disponibilidad de dispositivos, instrumentos de medición se hace imperiosa para que los alumnos pasen del rol pasivo al rol activo. Si consideramos las simulaciones, el acceso a computadoras con hardware lo suficientemente adecuados para almacenar y operar las simulaciones se hace vital. Es decir, que una actualización o modificación en la estructura de una asignatura no solo conlleva un análisis de la práctica docente por parte de los profesores, también se requiere un acompañamiento institucional.

Sin tener certeza de lo último, es aquí donde la profesora responsable de la asignatura de aquel momento activa las dimensiones de análisis de la práctica docente del equipo de profesores de la asignatura. Fierro et al (1999) expone que analizar la práctica docente es una forma de rever la planificación para discernir si ha derivado en un proceso enfocado únicamente en la transmisión y repetición de información, o si ha generado una experiencia constructiva y enriquecedora para aquellos que participan en él. Esto fue lo que se llevo a cabo.

Como se dejó explícitamente explicado en el planteo de la problemática, la reflexión en torno a la práctica docente modificó el enfoque didáctico de la asignatura ajironándolo a los requerimientos actuales. Se adoptó el enfoque liberador expuesto por Fenstarmacher y Soltis: con la reducción de los laboratorios se liberaba a los alumnos del peso de la rutina (por ejemplo: la entrega de informes semanales) y se conducía a los alumnos a construir una personalidad racional, autónoma y cooperativa. Cooperativa en el sentido que los alumnos debían formar grupos para realizar las experiencias; autónoma porque una vez demostrado el uso de los dispositivos, los alumnos procedían solos en su manejo, momento en el cual el docente actuaba como guía. Comenzábamos a transitar la perspectiva problematizadora.

Modificar el sentido de las clases de Laboratorio de Calor y Termodinámica trajo una realidad de la cual la práctica docente no esta ajena y que bien conceptualiza Fierro et al (1999:21): “la práctica docente se entiende como una praxis social, objetiva e intencional en la que intervienen los significados, las percepciones y las acciones de los agentes implicados en el proceso (profesores, alumnos, autoridades educativas y familia) así como los aspectos político-institucionales, administrativos y normativos que, según el proyecto educativo de cada país, delimitan la función del profesor”. Prosiguiendo con el análisis de este viraje en las clases de la asignatura, me quiero detener en “los aspectos político-institucionales, administrativos y normativos”, Si uno mira la historia del desarrollo del área de la física en nuestro país, rápidamente se observa que la UNNE, no está posicionada por ser una institución donde los grupos de investigación (cuyo personal termina siendo

docente de las asignaturas homónimas a su formación) sean nombrados por ser “experimentalistas”, más bien es conocida y buscada por sus aportes al campo de la física teórica y de simulación. Esta falencia en un aspecto fundamental del área de la física repercute en las aulas al momento de enseñar física desde lo experimental.

Antes de seguir con el desarrollo planteado en el párrafo anterior, me parece pertinente sumar al análisis, eso que Larrosa () denomina “experiencia”. En la descripción de la situación problemática, mencioné que uno de los docentes desarrollaba tareas profesionales en el campo de la ingeniería relacionada a la refrigeración de grandes equipos de climatización. Esto último íntimamente ligado a la Termodinámica. Esta actividad produjo en él innumerables ideas que podían ser llevadas a experiencias reales en las clases de laboratorio (Hurtado et al, 2009), las mismas potenciaban los múltiples objetivos mencionados por Caamaño (2003): la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos; los conceptos científicos, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio, entre otros. Para poder desarrollar esto era necesario una inversión financiera, dado que los dispositivos con los que contaba el laboratorio se encontraban obsoletos y en algunos casos rotos sin solución. Es aquí donde la frase “para hacer ciencia experimental se necesita dinero” y me atrevo a agregar, que también se necesita compromiso institucional. Es necesario un análisis de la práctica docente, pero en este ámbito que es objeto de este desglose es igualmente necesario la intervención de la institución. Es hoy en día, que algunos de los laboratorios presenciales se realizan con instrumental aportada por los profesores y muchos de los materiales se compraron con dinero aportado por los docentes que luego de muchos trámites administrativos fueron devueltos.

Volviendo al análisis desde el binomio enseñanza-aprendizaje, retomo lo expuesto por Dormido (2004) y Hurtado et al (2006): las clases de trabajos experimentales se desarrollaban en forma local-real con experimentos reales de laboratorio, dado que se llevaban a cabo en forma presencial.

En este estadio, es necesario tener en cuenta las competencias docentes del profesorado universitario. Sin el financiamiento adecuado, las modificaciones fueron implementadas solo que de forma paulatina. Es aquí donde la competencia de planificar la asignatura cobró real importancia, teniendo en cuenta la secuencia que establece Zabalza (2006): “seleccionar y preparar los contenidos disciplinares” que para nuestra situación podría modificarse como “seleccionar y preparar los materiales de laboratorio” fue totalmente relevante.

Con el correr de los años, la planificación de la asignatura fue adquiriendo la forma y completitud deseada al inicio del cambio. En este estadio nos encontrábamos cuando debimos quedarnos en nuestras casas y hacer la mayor modificación de nuestras vidas: eso que llamábamos aula ya no podíamos imaginarlo como tal: durante los años 2020-2021 el aula fue nuestro hogar.

Ahora bien, una pregunta que puede surgir es, ¿cómo enseñar y transmitir esta idea experimentalista de la física en contexto donde los alumnos y docentes no se encuentran reunidos en un lugar físico común, sino que el encuentro se establece a través de una pantalla de computadora, mediante una plataforma de videoconferencia, foros de discusión, chats de aulas virtuales o en cadenas de mails de los servidores más populares?

Natalia Ávila, citada por Paulina Sepúlveda, expresa que con facilidad se proyecta un enfoque tecnocéntrico, elitista y academicista para enfrentar este tipo de desafío histórico. Inicialmente, esto pasó en la asignatura Laboratorio de Calor y Termodinámica como consecuencia de las distintas generaciones de docentes integrando este curso. Los docentes con más años de docencia tuvieron una interpretación tecno céntrica, elitista y academicista de la situación, aunque con el tiempo y la escucha de los docentes nóveles fueron poniendo en marcha esfuerzos socioemocionales: empatía y solidaridad para con el alumnado y los profesores.

Tecnocéntrica, desde un sentido que la implementación de la educación virtual suponía solamente el aprender a usar los programas disponibles para dictar el mismo curso de siempre, es decir, clases sincrónicas en las cuales se tomaba asistencia a los presentes, se proyectaba diapositivas estáticas con los esquemas de los dispositivos que usarían en el laboratorio y luego con planillas de cálculo donde realizar las cuentas y obtener los resultados de las experiencias.

Elitista, dado que inicialmente creyeron que los alumnos y docente poseían las mismas condiciones que ellos: acceso a una computadora personal, acceso a internet ilimitado y de buena calidad, espacio disponible para estudiar entre otras (Graham, Sahlberg). La realidad fue que muchos de los estudiantes vivían en zonas remotas, con servicios de internet intermitente y computadoras que debían compartir con miembros de la familia, sumado a que muchos alumnos regresaron a sus pueblos o ciudades de origen, volviéndose más pronunciada la brecha digital.

En cierta medida la conectividad no resultó un problema desafiante, debido a que alumnos y profesores llevaban 4 meses aprendiendo y enseñando en la virtualidad y cómo se mencionó anteriormente, las clases sincrónicas se pautaron una vez a la semana.

En este sentido, se activo la reflexión en la práctica docente. De las dimensiones expuesta por Souto, los docentes de Laboratorio de Calor y Termodinámica, activamos la dimensión personal y social. Personal dado que pudimos frenar y preguntarnos sobre nuestras clases durante ese período. Es aquí donde eso que nos pasaba,

4. Análisis de la situación problemática

Para profundizar la comprensión e interpretación de la situación problemática que es objeto de estudio de este trabajo, es necesario el abordaje de la complejidad de factores que intervienen en ella. Ya el marco referencial distinguió dos dimensiones claves: la ligada a didáctica y la relacionada con los currículos. Dentro de ellas se abordaron una serie de elementos valorables como categorías de análisis para el estudio de la realidad problematizada. Por lo tanto, es en esta instancia en la que corresponde vincular la experiencia adquirida y vivida como parte de ella con una exploración más exhaustiva, lo que contribuirá al intento de responder a las preguntas planteadas inicialmente con una explicación más clara y argumentada.

Análisis de las clases de Laboratorio de Calor y Termodinámica antes de la pandemia.

Al inicio de la descripción de la problemática se mencionó que en el 2004 la asignatura inició un cambio profundo. La enseñanza de la física experimental relacionada con las leyes de la termodinámica estaba conducida por guías de laboratorio que contenían un número de laboratorios igual a las semanas de cursado. Es decir, que se realizaba un laboratorio por semana. Sí, una experiencia por semana, con todo lo que ello implica: toma de mediciones, análisis de mediciones, repetición de las mediciones, redacción del informe. Si retomamos los enfoques didácticos mencionados por Alcalá (2002), es posible encuadrar a esta forma de presentar las clases de laboratorio dentro de un enfoque tradicional. Las guías de laboratorio estaban organizadas según la disciplina y ordenadas en forma exhaustiva siguiendo los capítulos de los tradicionales libros de Calor y Termodinámica (aquí se puede mencionar a autores como Zemansky, García con versiones de sus obras que datan de los años 70). De la manera que estaban planteadas las guías, el alumno adquiría un rol pasivo: solamente reproducía el procedimiento descrito en la guía. Generaciones de Licenciados y Profesores en Física pasaron con este enfoque didáctico.

Transcurrido 14 años del nuevo siglo, y con los cambios profundos tanto sociales, culturales y educativos, esta metodología de enseñanza quedaba atrasada. Era momento de actualizar las estrategias de enseñanza de las clases experimentales de esta asignatura. Actualización que englobaba una importante incertidumbre: la financiación de esta modernización. Encarar cualquier clase de experiencias o laboratorios de los clasificados por Hurtado et al (2006) y Dormido (2004) es necesario la intervención de la

institución. En el caso de los experimentos reales, la disponibilidad de dispositivos, instrumentos de medición se hace imperiosa para que los alumnos pasen del rol pasivo al rol activo. Si consideramos las simulaciones, el acceso a computadoras con hardware lo suficientemente adecuados para almacenar y operar las simulaciones se hace vital. Es decir, que una actualización o modificación en la estructura de una asignatura no solo conlleva un análisis de la práctica docente por parte de los profesores, también se requiere un acompañamiento institucional.

Sin tener certeza de lo último, es aquí donde la profesora responsable de la asignatura de aquel momento activa las dimensiones de análisis de la práctica docente del equipo de profesores de la asignatura. Fierro et al (1999) expone que analizar la práctica docente es una forma de rever la planificación para discernir si ha derivado en un proceso enfocado únicamente en la transmisión y repetición de información, o si ha generado una experiencia constructiva y enriquecedora para aquellos que participan en él. Esto fue lo que se llevó a cabo.

Como se dejó explícitamente explicado en el planteo de la problemática, la reflexión en torno a la práctica docente modificó el enfoque didáctico de la asignatura ajironándolo a los requerimientos actuales. Se adoptó el enfoque liberador expuesto por Fenstarmacher y Soltis: con la reducción de los laboratorios se liberaba a los alumnos del peso de la rutina (por ejemplo: la entrega de informes semanales) y se conducía a los alumnos a construir una personalidad racional, autónoma y cooperativa. Cooperativa en el sentido que los alumnos debían formar grupos para realizar las experiencias; autónoma porque una vez demostrado el uso de los dispositivos, los alumnos procedían solos en su manejo, momento en el cual el docente actuaba como guía. Comenzábamos a transitar la perspectiva problematizadora.

Modificar el sentido de las clases de Laboratorio de Calor y Termodinámica trajo una realidad de la cual la práctica docente no esta ajena y que bien conceptualiza Fierro et al (1999:21): “la práctica docente se entiende como una praxis social, objetiva e intencional en la que intervienen los significados, las percepciones y las acciones de los agentes implicados en el proceso (profesores, alumnos, autoridades educativas y familia) así como los aspectos político-institucionales, administrativos y normativos que, según el proyecto educativo de cada país, delimitan la función del profesor”. Prosiguiendo con el análisis de este viraje en las clases de la asignatura, me quiero detener en “los aspectos político-institucionales, administrativos y normativos”, Si uno mira la historia del desarrollo del área de la física en nuestro país, rápidamente se observa que la UNNE, no está posicionada por ser una institución donde los grupos de investigación (cuyo personal termina siendo

docente de las asignaturas homónimas a su formación) sean nombrados por ser “experimentalistas”, más bien es conocida y buscada por sus aportes al campo de la física teórica y de simulación. Esta falencia en un aspecto fundamental del área de la física repercute en las aulas al momento de enseñar física desde lo experimental.

Antes de seguir con el desarrollo planteado en el párrafo anterior, me parece pertinente sumar al análisis, eso que Larrosa () denomina “experiencia”. En la descripción de la situación problemática, mencioné que uno de los docentes desarrollaba tareas profesionales en el campo de la ingeniería relacionada a la refrigeración de grandes equipos de climatización. Esto último íntimamente ligado a la Termodinámica. Esta actividad produjo en él innumerables ideas que podían ser llevadas a experiencias reales en las clases de laboratorio (Hurtado et al, 2009), las mismas potenciaban los múltiples objetivos mencionados por Caamaño (2003): la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos; los conceptos científicos, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio, entre otros. Para poder desarrollar esto era necesario una inversión financiera, dado que los dispositivos con los que contaba el laboratorio se encontraban obsoletos y en algunos casos rotos sin solución. Es aquí donde la frase “para hacer ciencia experimental se necesita dinero” y me atrevo a agregar, que también se necesita compromiso institucional. Es necesario un análisis de la práctica docente, pero en este ámbito que es objeto de este desglose es igualmente necesario la intervención de la institución. Es hoy en día, que algunos de los laboratorios presenciales se realizan con instrumental aportada por los profesores y muchos de los materiales se compraron con dinero aportado por los docentes que luego de muchos trámites administrativos fueron devueltos.

Volviendo al análisis desde el binomio enseñanza-aprendizaje, retomo lo expuesto por Dormido (2004) y Hurtado et al (2006): las clases de trabajos experimentales se desarrollaban en forma local-real con experimentos reales de laboratorio, dado que se llevaban a cabo en forma presencial.

En este estadio, es necesario tener en cuenta las competencias docentes del profesorado universitario. Sin el financiamiento adecuado, las modificaciones fueron implementadas solo que de forma paulatina. Es aquí donde la competencia de planificar la asignatura cobró real importancia, teniendo en cuenta la secuencia que establece Zabalza (2006): “seleccionar y preparar los contenidos disciplinares” que para nuestra situación podría modificarse como “seleccionar y preparar los materiales de laboratorio” fue totalmente relevante.

Con el correr de los años, la planificación de la asignatura fue adquiriendo la forma y completitud deseada al inicio del cambio. En este estadio nos encontrábamos cuando debimos quedarnos en nuestras casas y hacer la mayor modificación de nuestras vidas: eso que llamábamos aula ya no podíamos imaginarlo como tal: durante los años 2020-2021 el aula fue nuestro hogar.

Ahora bien, una pregunta que puede surgir es, ¿cómo enseñar y transmitir esta idea experimentalista de la física en contexto donde los alumnos y docentes no se encuentran reunidos en un lugar físico común, sino que el encuentro se establece a través de una pantalla de computadora, mediante una plataforma de videoconferencia, foros de discusión, chats de aulas virtuales o en cadenas de mails de los servidores más populares?

Natalia Ávila, citada por Paulina Sepúlveda, expresa que con facilidad se proyecta un enfoque tecnocéntrico, elitista y academicista para enfrentar este tipo de desafío histórico. Inicialmente, esto pasó en la asignatura Laboratorio de Calor y Termodinámica como consecuencia de las distintas generaciones de docentes integrando este curso. Los docentes con más años de docencia tuvieron una interpretación tecno céntrica, elitista y academicista de la situación, aunque con el tiempo y la escucha de los docentes nóveles fueron poniendo en marcha esfuerzos socioemocionales: empatía y solidaridad para con el alumnado y los profesores.

Tecnocéntrica, desde un sentido que la implementación de la educación virtual suponía solamente el aprender a usar los programas disponibles para dictar el mismo curso de siempre, es decir, clases sincrónicas en las cuales se tomaba asistencia a los presentes, se proyectaba diapositivas estáticas con los esquemas de los dispositivos que usarían en el laboratorio y luego con planillas de cálculo donde realizar las cuentas y obtener los resultados de las experiencias.

Elitista, dado que inicialmente creyeron que los alumnos y docente poseían las mismas condiciones que ellos: acceso a una computadora personal, acceso a internet ilimitado y de buena calidad, espacio disponible para estudiar entre otras (Graham, Sahlberg). La realidad fue que muchos de los estudiantes vivían en zonas remotas, con servicios de internet intermitente y computadoras que debían compartir con miembros de la familia, sumado a que muchos alumnos regresaron a sus pueblos o ciudades de origen, volviéndose más pronunciada la brecha digital.

En cierta medida la conectividad no resultó un problema desafiante, debido a que alumnos y profesores llevaban 4 meses aprendiendo y enseñando en la virtualidad y cómo se mencionó anteriormente, las clases sincrónicas se pautaron una vez a la semana.

En este sentido, se activó la reflexión en la práctica docente. De las dimensiones expuesta por Souto, los docentes de Laboratorio de Calor y Termodinámica, activamos la dimensión personal y social. Personal dado que pudimos frenar y preguntarnos sobre nuestras clases durante ese período. Es aquí donde eso que nos pasaba,

Reflexiones finales

Previo al análisis de la situación problemática y en un remolino de ideas que muchas veces me impiden centrarme en la escritura, dado que me inunda la sensación de “todo es importante”, lo cual creo que es común a todos los escritores nóveles y en formación. Entre esas ideas quiero rescatar la memoria que en 2009 vivimos durante un mes una cuarentena debido a la Gripe A. En esa oportunidad y si mis recuerdos no me abandonan, la suspensión de clases no originó tantos vaivenes, porque además de que aquel encierro dure un mes se produjo en época de vacaciones de invierno.

La suspensión de clases efectivizada en 2009, en lo personal, no fue algo que me afectara. En esa época me encontraba preparando mis papeles para mi pedido de Beca de Conicet y preparando los últimos finales de mi carrera. Que se dieran o no clases presenciales no era una temática que me preocupara dado que no me encontraba cursando.

Este recuerdo tiene afinidad con el desarrollo de los laboratorios remotos y los experimentos por simulación. Como bien cite durante todo el trabajo, la implementación y discusión de estos tiene fecha de origen a principio del siglo XXI.

En este sentido, si bien soy una fiel defensora de la imperiosa necesidad de la manipulación de los instrumentos para poder hacer tangible los fenómenos físicos y lo que ellos implican. Considero que como miembro del departamento de física de la UNNE tenemos una deuda con el desarrollo de la física experimental, lo cual repercute en la enseñanza de las asignaturas experimentales.

Reconozco que en mis 20 años de trayectoria por los pasillos de ese departamento (5 de estudiante y el resto como estudiante de posgrado-docente) muchos fueron los intentos de mejorar esta área de la enseñanza, aunque los mismos fueron en vano.

La enseñanza proporciona la plataforma para transmitir los principios científicos, mientras que la ciencia, a su vez, enriquece la enseñanza al proporcionar un sólido fundamento teórico y práctico para el aprendizaje. Se puede ensayar diciendo que esta plataforma que brinda la enseñanza son los denominados “modelos de enseñanza” o “enfoques de enseñanza”. Los cuales guían en el camino de como transmitir los conocimientos propios de una disciplina en particular.

Un primer aspecto por considerar es que la educación científica a distancia en el nivel superior debe romper la lógica del reservorio para comenzar a pensar en actividades potentes. Es decir,

ofrecer actividades que comprometan al estudiante con el hacer y el hacer con otro. Este hacer, en ciencias, implica medir, trabajar con el error y encontrar los puntos de contacto entre la experiencia humana de la recolección de datos proveniente de la empírea y los estilizados modelos que sustentan las ideas de la ciencia. Este desafío implica por un lado la búsqueda de herramientas para medir o la disposición de datos experimentales preexistentes, y por el otro el trabajo en el híbrido semiótico donde se apoya, además de la comunicación disciplinar, la construcción de conocimiento científico.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALÁ, M. T. (2002). El Conocimiento del Profesor y Enfoques Didácticos. Resistencia: Universidad Nacional del Nordeste. Facultad De Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Departamento de Humanidades.

BARBERÁ, O., VALDÉZ, P (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 365-379.

CALVO, I.; ZULUETA, E.; GANGOITI, U.; LÓPEZ, J.; CARTWRIGHT, H. y VALENTINE, K. (2008). "Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas", Ikastorratza, e-Revista de didáctica, vol. 3, pp. 1-21.

DÍAZ BARRIGA, Á. (2015). Curriculum: entre Utopía y Realidad. Capítulo II. Madrid: Amorrortu.

DORMIDO, S. "Control Learning: Present and Future" *Annual Reviews in Control*, vol. 28 (1), 2004 pp 115-136.

FELDMAN, D. (2010). *Didáctica General*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Capítulo IV "La programación". En línea.

LORENZO, M. G. (2020). Revisando los trabajos experimentales en la enseñanza universitaria.

MAGGIO, M (2021). Educación en pandemia: Guía de supervivencia para docentes y familias. Paidós Argentina

ROS, A. C. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. In *Enseñar ciencias* (pp. 95-118). Graó.

SEPÚLVEDA, P. (2020). Educación en línea en cuarentena: ¿Cómo ser más que un docente que lee diapositivas y entusiasmar a los alumnos? P. Neira del Ben, C. Rodríguez, & J. Villanueva, *Enseñanza de emergencia a distancia: textos para la discusión* (págs. 5-8). *The Learning Factor*.

SANJURJO, L. y TRILLO ALONSO, F. (2008). Didáctica para profesores de a pie: propuestas para comprender y mejorar la práctica. 1ed. Rosario: Homo Sapiens.

STEIMAN, J. (2007). Más Didáctica -en la educación superior-. Cap. 1: Los proyectos de cátedra. Miño y Dávila-UNSAM.

ZABALZA, M. (2017). Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional. NARCEA S.A. DE EDICIONES