

EXPERIENCIAS REALES EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

Grinberg, M.¹, Zanocco, P.², Ramírez, P.³ y Giménez, M.⁴

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica – Instituto Balseiro, Argentina

² Comisión Nacional de Energía Atómica – Instituto Balseiro, Argentina

³ Comisión Nacional de Energía Atómica – Instituto Balseiro, Argentina

⁴ Comisión Nacional de Energía Atómica – Instituto Balseiro, Argentina

RESUMEN

Nuestro rol como docentes tiene como misión dar sentido a la práctica pedagógica. Por lo cual, desde las propuestas que se realizan en el aula es posible acercar a los estudiantes a situaciones reales a las que se pueden enfrentar, procurando trabajar no solo desde el saber hacer sino también desde el saber ser. Si bien son numerosas las prácticas que se pueden plantear en la enseñanza de la ingeniería, siempre es posible realizar propuestas acercándonos a situaciones más reales. Es por esto que en este trabajo se sintetizan dos experiencias, ambas en el Instituto Balseiro. La primera es realizada en el ámbito de la materia de Diseño & Seguridad Nuclear, que cursan alumnos de Ingeniería Nuclear y procura situarlos en la etapa temprana de desarrollo de una instalación en la búsqueda de criterios de diseño, llevándolos a través de una dinámica de intercambio al análisis crítico desde distintas perspectivas. Esta práctica en particular cambia el enfoque de prácticas orientadas al análisis de problema y obtención de resultados mediante cálculos, trabajando en otras capacidades requeridas para la práctica profesional de la ingeniería como es el trabajo interdisciplinario. La otra experiencia se realiza en la materia de posgrado Confiabilidad de Sistemas, en la cual se orienta la práctica al análisis de un sistema dentro del Reactor RA-6, procurando utilizar las técnicas y herramientas tratadas en la materia para obtener resultados que contribuyan a la operación de la instalación, demandando que los alumnos busquen la información necesaria para resolver la práctica. Estas propuestas están basadas en las técnicas de Aprendizaje Colaborativo y Aprendizaje Basado en Problemas, respectivamente. El relato de estas experiencias procura llamar a la reflexión respecto de la búsqueda del sentido en las prácticas de enseñanza, sobre todo destinadas a futuros egresados y profesionales, generando puentes con el desempeño profesional.

1. INTRODUCCIÓN

Las prácticas pedagógicas que se pueden plantear en la enseñanza de la ingeniería son numerosas. Desde nuestra misión como docentes podemos acercar a los alumnos a situaciones reales con las que se pueden enfrentar, trabajando desde el sentido de tales prácticas.

En este trabajo, en primer lugar, se describen aspectos pedagógicos a considerar en la enseñanza universitaria. Luego, se reflexiona sobre la búsqueda del sentido en las propuestas pedagógicas en el área de la ingeniería, con el objetivo de acercar a los alumnos al mundo profesional.

En los puntos 3 y 4 se sintetizan dos experiencias, ambas en el Instituto Balseiro. La primera es realizada en el ámbito de la materia de Diseño & Seguridad Nuclear, que cursan alumnos de Ingeniería Nuclear y procura situarlos en la etapa temprana de desarrollo de una instalación, mediante la búsqueda de criterios de diseño. La segunda práctica se propone para la materia de posgrado Confiabilidad de Sistemas, en la cual se orienta la práctica al análisis de un sistema dentro de la instalaciones del Reactor Experimental RA-6, procurando utilizar

¹ grimberg@cab.cnea.gov.ar

las técnicas y herramientas tratadas en la materia para obtener resultados que contribuyan a la operación y mantenimiento de la instalación. Las prácticas están basadas en las técnicas didácticas propuestas en [10], particularmente Aprendizaje Colaborativo y Aprendizaje Basado en Problemas, respectivamente.

Finalmente, se presentan las conclusiones.

2. PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS EN EL ÁMBITO ACADÉMICO DE LA INGENIERÍA

2.1. Aspectos pedagógicos en la enseñanza universitaria

En esta sección se presentan algunos conceptos a tener en cuenta en el desarrollo de la propuesta docente en el ámbito universitario, y sobre los cuales los autores consideran se debe trabajar para contribuir a la formación de profesionales, tendiente a brindar respuestas a las necesidades del mundo laboral.

La *teoría del aprendizaje significativo* es una teoría psicológica del aprendizaje en el aula. Se entiende como significativo todo tipo de aprendizaje que produce desarrollo en el sujeto que se articula con aprendizajes anteriores y con saberes y percepciones que produce un crecimiento a otras maneras de comprender y relacionar. Para que el aprendizaje sea significativo, se lleva a cabo un proceso en el cual se relaciona un conocimiento o información con la estructura cognitiva que se aprende, no en forma arbitraria, sino que se da una interrelación con lo que el alumno sabe, con aspectos relevantes que son las *ideas de anclaje*. Lo cual no es una simple unión sino un proceso, lo nuevo adquiere significado y produce en el sujeto un anclaje en su estructura cognitiva. Pueden presentarse distintos tipos de aprendizaje significativo, como por ejemplo a través de *representaciones* (por ejemplo, nombrar, definir, aprender el significado de palabras aisladas, es decir representan o tiene referentes específicos, hay una correspondencia entre el símbolo-palabra- y su referente concreto), *conceptos* (pone en juego relaciones de símbolos y atributos definatorios y esenciales; se adquieren nuevas relaciones a conceptos previamente aprendidos, son ideas más bien genéricas, donde va dando lugar a nuevas combinaciones conceptuales) y *proposiciones* (donde las palabras individuales se combinan dando lugar a oraciones que expresan una idea utilizando otros términos, se relaciona con la estructura cognoscitiva para producir un nuevo significado). También se contribuye al aprendizaje significativo mediante la *organización jerárquica*, en lo que respecta a la organización de temas, y la *diferenciación progresiva*, yendo de conceptos generales a particulares [6].

El aprendizaje significativo presenta también como condición importante las motivaciones, intereses y predisposición del alumno, ya que el mismo no es un proceso pasivo, sino que requiere de una actitud activa, en estado de alerta que posibilite la integración de los significados a su estructura cognitiva. Ser crítico de su proceso cognitivo, tener una actitud reflexiva de lo que va aprendiendo y hacia los nuevos contenidos asimilados es su responsabilidad. Este enfoque implica al sujeto en aspectos cognitivos y emocionales y a su modo de percibir el mundo. En estos aprendizajes críticos se considera al error como parte del proceso de aprehender la información.

A los docentes no se nos exige de crear un clima para que esto se desarrolle. Desde el diseño de la clase, la elaboración de materiales y prácticas que generen atracción, satisfacción y utilidad. Debe tenerse en cuenta también que no se produce el aprendizaje en forma súbita ni por el simple contacto con el contenido de objeto de estudio sino que requiere de tiempos para que esto se realice. A veces se requiere de reiteración, repetición, nuevas aproximaciones, revisiones y también retomar contenidos dados.

Por otro lado, resulta importante mencionar que la *comunicación* es un elemento esencial en el desarrollo personal y social de los seres humanos. En relación a esto, en el ámbito educativo, la comunicación juega un rol central en los procesos de enseñanza, aprendizaje y desarrollo, a través del intercambio de significados, saberes, puntos de vista y reflexiones. En el ámbito de la ingeniería, si consideramos las experiencias personales en el ámbito educativo y laboral, probablemente podamos reflexionar que en las carreras de ingeniería, las características de los contenidos que se manejan, en cuanto a las formas de informar datos y resultados, conducen a limitaciones en las formas de comunicarnos. Esto se traduce por ejemplo en dificultades en el ámbito académico en el momento de explicar y relacionar conceptos. Luego, en el ámbito profesional, por ejemplo, las fallas en la comunicación son causantes de problemas en la gestión de proyectos de ingeniería.

En lo que respecta a *instancias de aprendizaje* - entendidas como los seres, espacios, objetos y circunstancias en los cuales y con los cuales vamos apropiando experiencias y conocimientos, en los cuales y con los cuales nos vamos construyendo [9] - *el educador* ocupa un lugar central. El docente es quien tiene la capacidad de transmitir pasión por el área de conocimiento en la que esté trabajando, lo cual también implica una responsabilidad mayor. Es quien crea el ambiente pedagógico, marco para el acompañamiento del aprendizaje. También tiene la tarea de abordar el umbral pedagógico, es decir, definir hasta dónde invadir a los alumnos, buscando un equilibrio a fin de brindar un acompañamiento preciso, con el aporte de información y la experiencia propia como herramientas, pero dejando que el alumno también sea parte del proceso. Por otra parte, es quien define cómo es la relación con los alumnos y cómo facilita el aprendizaje de los mismos, mediante la transmisión de información. Es responsable del camino para el acceso a la misma y cómo la transmite, es decir, desde un mundo de certezas o el planteamiento del desconocimiento o incertidumbre. Varias son las características asociadas al educador para propiciar la mediación pedagógica, como son la capacidad de escucha, la empatía, la personalización, la interlocución, la comunicación desde la experiencia.

Otra *instancia de aprendizaje* se presenta *con el grupo*, tanto dentro como fuera del aula. Desde un modelo de trabajo ideal se propone la participación de todos los integrantes, mediante el intercambio de experiencias y el análisis de propuestas de resolución del trabajo encargado por el docente. Sin embargo, hay que tener presente que esto es frecuente que se vea desvirtuado por las cargas que asumen cada integrante y las lógicas propias de funcionamiento de los grupos. Esta situación conlleva a que en muchos casos la instancia de aprendizaje con el grupo no cumpla con sus objetivos, lo cual deberá ser tenido en cuenta en el proceso de desarrollo, considerando la búsqueda de información ordenada y conjunta, el desarrollo de capacidades de escucha e interacción, la selección de alternativas por consenso, la aceptación de la crítica y la corrección de errores.

Es importante también el docente evalúe en forma periódica el tratamiento y las vías de incorporación de los aspectos pedagógicos como los mencionados anteriormente, a fin de mejorar su propuesta.

2.2. Búsqueda del sentido en la enseñanza en el área de la ingeniería

Desde el punto de vista pedagógico, la búsqueda del sentido merece un tratamiento particular. En numerosas ocasiones centramos la tarea docente en la transmisión de conocimientos, preocupándonos hasta el detalle en expresiones matemáticas, descuidando el sentido que tiene por ejemplo el desarrollo de un tema. Tal vez esto nos demande replantear el desarrollo de los temas o hasta el currículum de la materia, dado que el alumno puede pasar horas y hasta semanas, hasta que logre encontrarse con el sentido que tenían los contenidos que se fueron desarrollando en las clases. Esto lleva a reflexionar sobre la importancia de las instancias de aprendizaje, incluyendo el currículum de la materia, la planificación de la clase y la preparación de los materiales, a fin de contribuir en la búsqueda del sentido de lo que se les está presentando a los alumnos.

También, en ciertas ocasiones la práctica docente representa un desafío en lo que respecta a romper viejas estructuras o de la forma que se venía trabajando hasta el momento. Pero, siempre es posible, y sumamente valioso, incorporar nuevas formas de mediación, por ejemplo a través del desarrollo de las actividades prácticas. En el caso del área de ingeniería, se considera que es muy interesante e incluso atrayente para los estudiantes, proponer prácticas vinculadas con análisis de casos que presentan semejanzas a la realidad y sobre todo relacionarlos con la práctica profesional.

Se considera que la formación de los estudiantes desde la búsqueda del sentido permite acercarlos a la situación del desempeño profesional. En tal sentido es importante reconocer que el joven profesional se encontrará frente a muchas emociones y desafíos, desde la posibilidad de empezar a trabajar en lo que algún día soñó, las expectativas por el futuro, hasta pensando en cómo usar la formación recibida en la universidad, por lo que esto es importante que se tiendan puentes desde el aula. Además, se enfrentará a un mundo basado en la incertidumbre, aspecto que también es importante trabajar.

2.3. Aplicación de técnicas didácticas

Luego de los aspectos presentados en las secciones anteriores nos preguntamos cómo es posible llevarlos a una implementación práctica. En este sentido, el Instituto Tecnológico de Monterrey ha trabajado en un modelo educativo en el que se aplican diferentes técnicas didácticas, entendiendo como tales actividades ordenadas y articuladas dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje de una materia. Propone cuatro técnicas:

- Aprendizaje colaborativo
- Método del caso
- Aprendizaje orientado a proyectos
- Aprendizaje basado en problemas

Estas técnicas tienen como característica que estimulan al alumno en la participación activa del proceso de construcción del conocimiento, permiten establecer una relación más activa y motivadora entre alumnos y temas de la materia. Estas técnicas permiten además que el docente actúe como facilitador de manera intencional y programada de habilidades, actitudes y valores en los alumnos. El alumno participa en el proceso de evaluación de su aprendizaje,

promoviendo también la toma de decisiones. La elección de la técnica didáctica depende del campo o disciplina o del área del conocimiento con la que se está trabajando. En este trabajo, se propone la aplicación de las técnicas de Aprendizaje colaborativo (AC) y Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

En su sentido básico el AC se refiere a la actividad de pequeños grupos desarrollada en el aula. Aunque el AC es más que el simple trabajo en equipo por parte de los estudiantes, la idea que lo sustenta es sencilla: los alumnos forman grupos después de haber recibido instrucciones del docente. Dentro de cada grupo los estudiantes intercambian información y trabajan en una tarea hasta que todos sus miembros la han entendido y terminado, aprendiendo a través de la colaboración. Los estudiantes pasan de un rol pasivo a un rol activo.

El ABP es un enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los alumnos abordan problemas reales en grupos pequeños y bajo la supervisión de un tutor. Se considera que con esta propuesta los alumnos pueden mejorar el entendimiento respecto a situaciones reales, es decir, desafíos que se puede encontrar en su desarrollo profesional en forma directa o indirecta, comenzando a interactuar directamente con el medio. En este caso, el medio lo constituye un problema extraído del mundo real. Además, la necesidad de enfrentar la nueva situación estimula el aprendizaje.

3. PENSANDO COMO INGENIEROS EN LA CLASE DE SEGURIDAD NUCLEAR

3.1. Propuesta pedagógica mediante la aplicación de la técnica de Aprendizaje Colaborativo

Esta propuesta está destinada a alumnos de la materia de grado de Diseño & Seguridad Nuclear, procurando familiarizar al estudiante con lo que podría llegar a ser su labor profesional.

El objetivo de la propuesta es que los alumnos, conformando grupos, elaboren criterios de diseño para un sistema de un reactor nuclear, desde distintas áreas de la ingeniería, que deben concurrir en un diseño final. Es una práctica de extensión limitada por el tiempo disponible (menor a 1 hora), en la que se focaliza la situación que deben vivenciar los alumnos, más allá del resultado final.

La propuesta, basada de AC, tiene como objetivo que los estudiantes aprendan desde la formulación de cuestionamientos elaborados por ellos mismos, en un contexto disparador de la creatividad, en el que el docente puede no tener las respuestas, o no hay respuestas exactas. Además, se rompe la estructura de disponer de toda la información para resolver los problemas, demandando por lo tanto, el reconocimiento de necesidad de información, su procesamiento y la utilización de la misma para dar respuesta a la indicación planteada por el docente.

3.2. Descripción de la propuesta pedagógica

Los alumnos son divididos en cuatro grupos de trabajo, que representan áreas temáticas dentro de un proyecto de desarrollo de un reactor nuclear: Neutrónica, Instrumentación y Control, Seguridad Nuclear e Ingeniería de Procesos

Cada grupo designa a un responsable por el área temática, integrados en el grupo general del proyecto. El Jefe de proyecto será un docente que coordinará la actividad.

La instrucción general es que se debe diseñar un sistema de extinción del reactor (sistema encargado de interrumpir la reacción nuclear), compuesto de boro (sustancia química para la absorción de neutrones). Se les pide a los grupos que propongan criterios de diseño posicionándose en el área temática en la que están, que permitan luego abordar el diseño de ingeniería conceptual/básica del sistema. Las dudas deben ser canalizadas mediante el responsable temático en la reunión de ingeniería (puesta en común).

En forma adicional, para la conformación de los grupos, y a fin de procurar que el aprendizaje sea significativo, se les consulta a los alumnos en qué carrera iniciaron sus estudios², ubicándolos temáticamente en relación a las mismas.

La actividad se desarrolla en dos etapas. En la Primera etapa, durante 20 minutos los alumnos deberán debatir en su grupo sobre los requerimientos, características y propuestas de diseño. Luego, las consultas y las propuestas serán presentadas en la reunión de ingeniería. Se les pide que piensen en otros reactores para comparación de soluciones de ingeniería (los alumnos ya disponen de conocimientos previos de otra materia sobre Centrales de Potencia). A cada área temática (AT) se le dará una tarjeta con ejemplos de criterios de diseño generales, para ayudarlos a ordenar las ideas:

- AT Neutrónica:
 - El sistema debe proveer un margen de apagado de acuerdo a la legislación vigente.
 - Debe apagar el reactor en 20 milisegundos.

- AT Instrumentación y Control
 - El sistema será demandado luego de falla del sistema de extinción por barras.
 - La demanda del sistema debe ser confiable.
 - Es necesario poder hacer pruebas a las válvulas.
 - Son los encargados de definir la lógica del sistema que demandará al sistema que se está diseñando y las válvulas y sensores requeridos en el sistema.

- AT Ingeniería de Procesos
 - Las soluciones de boro requieren recirculación periódica para evitar la precipitación del boro.

- AT Seguridad Nuclear
 - El sistema debe ser pasivo, es decir, sin bombas.
 - La actuación de este sistema no puede causar efectos perjudiciales en el reactor.

² En el Instituto Balseiro los alumnos ingresan luego de haber cursado dos años de carreras de ingeniería o física.

En esta instancia se puede observar que los alumnos se encuentran frente a la siguiente falta de información:

- ✓ Se presenta una situación problemática muy diferente a la que están acostumbrados a resolver, sobre todo porque no hay fórmulas definidas ni modelos matemáticos asociados.
- ✓ Desconocen en primera instancia los aspectos que considerarán otras áreas temáticas.
- ✓ La respuesta final no está disponible.
- ✓ Desconocen cómo se va desarrollando la situación, dado que es mediada por el docente.
- ✓ Si bien los alumnos se conocen entre sí, desconocen cómo presentarán las ideas sus compañeros.
- ✓ Hasta el momento han trabajado con conocimientos compartimentados en materias.

En la Segunda etapa, se realiza la puesta en común, en una situación semejante a una reunión de ingeniería, en la cual el responsable de cada área temática presenta los criterios de diseño elaborados y los requerimientos de información o análisis a otras áreas temáticas (qué se pide y a qué área). A fin de mantener el orden en la reunión, se reciben comentarios sobre propuestas de las áreas temáticas si están dentro de las observaciones realizadas hasta esa instancia por el grupo.

3.3. Evaluación de la implementación de la propuesta

La propuesta se puso en práctica en el ciclo 2016. Los alumnos respondieron positivamente a la propuesta. Pudo observarse que el trabajar desde la incertidumbre, es decir no disponer de todos los datos para resolver el problema, generó en los alumnos cierta inquietud, pero que se pudieron adaptar a la situación. En próximas instancias sería importante y necesario obtener la devolución de la actividad por parte de los alumnos.

4. ANALIZANDO PROBLEMAS REALES EN LA CLASE DE CONFIABILIDAD DE SISTEMAS

4.1. Propuesta pedagógica mediante la aplicación de la técnica de Aprendizaje Basado en Problemas

Confiabilidad de Sistemas es una materia de posgrado de las carreras de ingeniería nuclear e ingeniería mecánica, desarrollada en el Instituto Balseiro. Está destinada a ingenieros o profesionales con formación equivalente. Se sugiere tener conocimientos previos de Seguridad Nuclear, cursada tanto en la carrera de grado de Ingeniería Nuclear, como así también en el posgrado de Elementos de Seguridad Nuclear. La duración de la materia es de 80 horas, cursada a lo largo de un cuatrimestre. En general la cantidad de alumnos no es superior a diez. En el año 2017 se ha modificado la propuesta de desarrollo de la materia, tanto desde los contenidos como así también desde aspectos pedagógicos, orientada principalmente a la resolución de problemas. En cuanto a los temas tratados en la materia, también se destaca la orientación práctica en relación a situaciones en las cuales el

profesional se puede encontrar en las que requiera aplicar o recurrir a contenidos tratados en la misma.

La propuesta pedagógica está basada en la técnica de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), dado que según se indica en [10], es acorde para la disciplina de ingeniería, y en particular para la materia de Confiabilidad de Sistemas.

4.2. Desarrollo de la propuesta pedagógica

La propuesta pedagógica consiste en el planteo del problema de aplicación de técnicas de Confiabilidad de Sistemas para dar soporte al mantenimiento y la operación del *sistema de ventilación* del Reactor RA-6, así como también la identificación de aspectos del diseño de este sistema que impactan sobre la confiabilidad. El problema es planteado como trabajo final de la materia. El mismo está enmarcado en el *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM en su sigla en inglés)*, temática de aplicación práctica en la industria en general. El RCM se define como un encuadre estructurado para determinar el conjunto óptimo de actividades de mantenimiento, aplicables y necesarias para sostener un nivel deseado de confiabilidad operacional considerando el impacto en la seguridad y en la economía de la operación.

El problema también consiste en identificar aspectos del diseño del mencionado sistema que impactan sobre la confiabilidad del sistema proponiendo posibles medidas tendientes a mantener el nivel de confiabilidad requerido para el sistema. Así mismo, se identifican otros aspectos que puedan ser considerados como lecciones aprendidas para en el diseño de otro reactor experimental, tomando como referencia el sistema de ventilación del reactor RA-6, tendientes a mejorar la confiabilidad y mantenibilidad del sistema. Se analizan además los factores humanos relacionados con la operación y mantenimiento del sistema que impactan sobre la confiabilidad del mismo.

En primera instancia los alumnos deben leer y analizar en forma grupal e individual el problema presentado. El material de trabajo consiste en memoria descriptiva del sistema y procedimientos de mantenimiento relacionados con el sistema. Luego de haber estudiado el material proporcionado, se realiza una visita programada a las instalaciones del reactor RA-6, a fin de que puedan observar y obtener información del sistema. Cabe destacar que si bien es probable que los alumnos ya hayan visitado el reactor, esta visita se enfoca en el sistema de ventilación. En esta instancia se recorre en forma completa, pasando por los distintos recintos y procurando identificar todos los componentes del mismo. La visita está a cargo de operadores del reactor que van brindando información descriptiva del sistema y vinculada a la operación y mantenimiento del reactor. Durante la visita los alumnos pueden entrevistar a los operadores a fin de evacuar las inquietudes que les haya surgido previamente durante el estudio del material de trabajo. La visita se desarrolla primero en la sala de control, en la cual el operador se focaliza en explicar el panel y accionamientos manuales y automáticos vinculados con el sistema de ventilación. El docente en primera instancia actúa como observador, pero en caso de que las necesidades no puedan ser clasificadas, puede brindar pautas generales. La segunda parte de la visita se desarrolla en campo, donde los alumnos pueden ver los equipos que integran el sistema, esta parte de la visita también es conducida por los operadores del reactor y con el acompañamiento de los docentes.

Luego de la visita, los alumnos comenzarán la resolución del problema. Para esto, disponen de tres semanas, mientras se va finalizando el cursado de la materia. En los espacios de clases, el docente responde consultas de los alumnos sobre características del sistema e hipótesis de modelado.

Los alumnos generan sus propias estrategias para la resolución del problema, búsqueda y análisis de información. Como pautas generales de trabajo, se les indica que pueden recurrir a las técnicas presentadas en el curso, como árboles de fallas y análisis de modos y efectos de falla (AMEF), a fin de identificar los componentes críticos, integrando temas también presentados en la materia como fallas de causa común y errores humanos. Por otra parte, si bien se dispone de información del sistema y se ha tenido acceso a los operadores del mismo, probablemente quedarán aspectos sin cubrir. Por lo que se pretende que los alumnos trabajen también desde la incertidumbre, mediante el planteo de hipótesis. Luego, el problema plantea a partir de la identificación de componentes críticos desde el punto de vista de la confiabilidad del sistema para el cumplimiento de una función dada, la interpretación y revisión de información de ingeniería como son los procedimientos de mantenimiento, situando a los estudiantes en una situación real.

A partir del proceso de análisis realizado y de los resultados obtenidos, los estudiantes también pueden realizar propuestas de cambios de diseño. Como estrategia de cierre, los alumnos presentan a los docentes los trabajos realizados, en formato de documentación técnica de ingeniería.

4.3. Evaluación de la implementación de la propuesta

Respecto a la evaluación, en esta instancia se realizó solo desde los docentes a los alumnos, basados en el documento presentado. Sin embargo, en próximas instancias sería interesante poder realizar una evaluación de los alumnos a sí mismos y al proceso. También, se considera que es necesario mencionar a los alumnos los aspectos a evaluar, en forma anticipada, a fin de que comprendan la importancia de su participación en el proceso.

Para próximos cursos, se pretende realizar además una jornada de cierre de las conclusiones, donde se podrían analizar al menos dos sistemas por distintos grupos de alumnos, a fin de compartir la experiencia de resolución del problema.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo, a partir del planteo de aspectos pedagógicos básicos a considerar en la enseñanza universitaria, incluida la búsqueda del sentido, se sintetizan dos experiencias realizadas en marco de la enseñanza de la ingeniería. Estas experiencias también están basadas en la aplicación de las técnicas de aprendizaje: Aprendizaje Colaborativo y Aprendizaje Basado en Problemas. En relación a los aspectos pedagógicos mencionados en el trabajo, si bien su abordaje no es completo, se pretende llamar a la reflexión a los docentes sobre aspectos que se ponen en juego en la enseñanza universitaria.

Las técnicas de aprendizaje presentadas en este trabajo, Aprendizaje Colaborativo y Aprendizaje Basado en Problemas, se considera que tienen alto valor en la enseñanza de la

ingeniería, sobre todo desde la perspectiva de la aplicación práctica. Si bien la experiencia de Aprendizaje Colaborativo está muy restringida por el tiempo de desarrollo, se considera que podría extrapolarse a una propuesta más integral, que ponga en juego distintas instancias de intercambio entre los alumnos y con el docente, potenciando otras habilidades como administración del tiempo, de tareas y proyectos, generación de conclusiones, además de las habilidades sociales como el respeto, la escucha activa, entre otros.

Más allá de la aplicación de la técnica de ABP, la práctica propuesta tiene como particularidad que está basada en un problema real, con la posibilidad de acceder a la instalación que usualmente es utilizada para otras prácticas. Es decir, las prácticas de distintas materias en el Instituto Balseiro están focalizadas en la utilización del reactor, mientras que ésta está basada en un sistema que si bien es necesario para el funcionamiento de la instalación, no es de los sistemas más destacados en las visitas. Esto permite concluir que son múltiples las posibilidades de prácticas a realizar en el marco de la ingeniería.

Estas propuestas apuntan también al aprendizaje significativo, partiendo incluso de conocimientos que podrían traer de su formación previa, no solo en su paso por la institución. Además, se procura trabajar tanto desde la motivación y el interés en los contenidos de las materias, como así también, desde el saber ser, el sentido crítico y la capacidad de análisis.

Se ha trabajado también la comunicación como elemento esencial dentro del aprendizaje, potenciando la misma entre pares, entre los alumnos con el docente, y con terceros, como el personal del reactor. En ambas experiencias se destaca el rol central de los docentes como promotores del proceso de aprendizaje.

6. REFERENCIAS

1. Ausubel, D; Novak, J. D; Hanesian, H., *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, Trillas, México (1983)
2. Gallo, H., “La formación humanística en el ingeniero”, *Cuadernos de la Facultad de Ingeniería e Informática UCS*, N°1 (2006).
3. Guzmán, C. y otros, “Dimensión pedagógica - didáctica en docentes universitarios. El caso de Ingeniería”, *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, N°8 (2015).
4. Lafourcade, P; Rinaudo, C y Prieto Castillo, D., *La Pedagogía Universitaria*, EDIUNC, Mendoza, Argentina (1996).
5. Moler, E. (2006), “Procesos de acreditación en las carreras de ingeniería: ¿Mejoramiento en la calidad o adaptación a las normativas?”, *Serie Estudios CONEAU*, N°5 (2006)
6. Molina, V; Prieto Castillo, D., *El aprendizaje en la Universidad*, EDIUNC, Mendoza, Argentina (2001).
7. Rodríguez Palmero, M., *La Teoría del Aprendizaje Significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*, Editorial Octaedro, Barcelona, España (2008).
8. Vigotsky, L, *Interacción entre aprendizaje y desarrollo. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Editorial Crítica, Barcelona, España (1979).
9. Prieto Castillo, D, *La Enseñanza en la Universidad*, EDIUNC, Mendoza, Argentina (2000).
10. “Las técnicas didácticas en el modelo educativo del Tecnológico de Monterrey”, http://sitios.itesm.mx/va/dide/docs_internos/inf-doc/tecnicas-modelo.pdf (2000).