

DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES EN LA UNIVERSIDAD AUSTRAL A TRAVÉS DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA ZONA DE PILAR (1^{era} etapa)

La Educación en la Ingeniería Industrial

Moya, María Angélica*; Baumgartner, Erwin⁽¹⁾; García de Chena, Beatriz⁽²⁾; Gemelli, María Eugenia⁽³⁾; Pérez Otero, Diógenes⁽⁴⁾; Erra, Agustín⁽⁵⁾; Vanella, Julieta⁽⁶⁾; Cerdá, Ariel⁽⁷⁾, Badell, Nicolás⁽⁸⁾

*Facultad de Ingeniería, Universidad Austral
Av. Pte Perón 1500. Derqui. Partido de Pilar (Pcia de Buenos Aires).*

- * mmoya@austral.edu.ar
- ⁽¹⁾ ebaumgartner@austral.edu.ar
- ⁽²⁾ bgarcia@austral.edu.ar
- ⁽³⁾ megemelli@austral.edu.ar
- ⁽⁴⁾ Diogenes.perez@ing.austral.edu.ar
- ⁽⁵⁾ Agustin.erra@ing.austral.edu.ar
- ⁽⁶⁾ Julieta.vanella@ing.austral.edu.ar
- ⁽⁷⁾ Ariel.cerda@ing.austral.edu.ar
- ⁽⁸⁾ Nicolas.badell@ing.austral.edu.ar

RESUMEN

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Austral está desarrollando un proyecto de investigación sobre calidad del agua en la zona de Pilar, con participación de profesores de las materias de Química, alumnos ayudantes de distintos años y alumnos cursantes de dichas materias.

Se ha seleccionado el estudio del agua debido a que ésta es una sustancia con cualidades extraordinarias que la hacen esencial para la vida. El inadecuado suministro del agua, en calidad y cantidad, se ha convertido en uno de los problemas cruciales para la comunidad humana. Asimismo, el estudio de este tema despierta especial interés y genera compromiso en los alumnos que en su mayoría viven en la zona. De esta manera el aprendizaje se torna significativo ya que adquiere sentido, importancia y pertinencia.

Los resultados de esta primera etapa son la puesta a punto de los equipos (mantenimiento y calibraciones), la elaboración de los procedimientos para medir oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, temperatura, dureza, turbidez y sólidos disueltos y la capacitación de cuatro alumnos ayudantes. Estas actividades se enmarcaron en una Práctica Profesional Supervisada de un alumno de 5to año. Asimismo los profesores de Química, con participación de los alumnos ayudantes, han elaborado nuevas guías de trabajos prácticos de Química II para realizar el monitoreo, análisis e interpretación de resultados con alumnos el cuatrimestre siguiente. Se incluyen conceptos tales como validación de resultados, curvas de calibración, muestreo, entre otros.

Desde el punto de vista educativo este proyecto, además de incorporar en forma incipiente la investigación en ingeniería desde el inicio de la carrera, constituye una experiencia que promueve en los alumnos el desarrollo de competencias profesionales generales, tales como capacidad y autonomía para el auto aprendizaje, actitud crítica y reflexiva, trabajo colaborativo, integración de conocimientos de distintas áreas y concientización sobre la importancia del cuidado del medio ambiente.

Palabras Claves: agua, proyecto de investigación, competencias

ABSTRACT

The school of Engineering at Austral University is developing a research project on the water quality in the Pilar area, with the participation of chemistry professors, students and teaching assistants.

The chosen subject is water, due to the fact that undoubtedly it is a substance with extraordinary properties, which makes it essential for life. The inadequate supply of water, in quantity and quality, has become one of the main problems humanity is faced with. Likewise, the study of this subject is of special interest for the students, as they mainly live in this area, and it generates their commitment. In this way, the learning process becomes significant, as it acquires sense, importance and relevancy.

The results of this first stage are the setup of the equipments (maintenance and calibrations), the elaboration of the procedures to measure dissolved oxygen, pH, nitrates, phosphates, temperature, turbidity and dissolved solids and the training of four students/teaching assistants. These activities were part of the Professional Supervised Practice of a student in its 5th year. In addition, the professors of the subject Chemistry for engineering students, with the participation of the students/teaching assistants, have written new laboratory study guide of Chemistry II, to be used during the following semester, in which the analysis and interpretation of the results are included. Concepts like results validation, calibration curves, representative sampling, etc. are also included. From the educational point of view, this project, besides of incorporating research in engineering in a incipient way from the beginning of the career, constitutes an experience for students that promotes the development of general professional competences, such as capacity and autonomy for selflearning, critical and reflexive attitudes, team work, integration of knowledge from different areas and the consciousness of the importance of caring about the environment.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar la primera etapa de un proyecto de enseñanza-aprendizaje vinculado a temas de la actualidad y del contexto real, mediante una investigación sobre calidad de agua en Pilar, desarrollado para las prácticas de laboratorio de Química II de la carrera Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Austral.

1.2 Características generales del proyecto

Es muy significativo destacar que este proyecto surgió a partir de las inquietudes de alumnos acerca de la posibilidad de realizar investigación sobre temas relacionados con medio ambiente y energías alternativas, cuyos resultados sirvan para identificar acciones desde lo social, al servicio de la comunidad.

Merece destacarse que esta actitud activa y constructiva de alumnos de ingeniería constituye un interés legítimo que los profesores debemos atender y al mismo tiempo fomentar, ya que responde a las competencias genéricas propias de la profesión que queremos desarrollar en los estudiantes, tales como espíritu emprendedor y compromiso social. Por tal motivo los profesores del área Química entendieron que la iniciativa tiene gran valor, ante todo por la motivación genuina que implica que las inquietudes hayan surgido de los propios alumnos. Luego de evaluar distintas alternativas, decidieron desarrollar un proyecto en las horas de trabajo experimental correspondientes a la materia Química II (1° año, 2° cuatrimestre de la carrera Ingeniería Industrial), reemplazando la práctica de laboratorio tradicional. En este sentido todos los alumnos que estén cursando dicha materia participarán de este proyecto, acompañados por los alumnos ayudantes (alumnos que ya cursaron la materia y que participaron de esta primera etapa del proyecto) y los profesores de la cátedra.

Se ha seleccionado el estudio del agua debido a que ésta es una sustancia con cualidades extraordinarias que la hacen esencial para la vida. El inadecuado suministro de agua, tanto en lo que se refiere a su cantidad como a su calidad, se ha convertido en uno de los problemas cruciales a resolver para la comunidad humana. La determinación de los valores correspondientes a los distintos parámetros de calidad del agua y su posterior comparación con niveles guía regulatorios posibilitarán conocer su calidad, elaborar conclusiones y generar acciones tendientes a mantener o mejorar la calidad del recurso según los usos previstos para el mismo.

El Proyecto de Estudio de la calidad de agua en Pilar se ha propuesto los siguientes objetivos:

1.2.1 Objetivos Generales

- Desarrollar capacidades científicas, sociales y comunicacionales, de gran utilidad en el desempeño como futuros profesionales.
- Promover la reflexión, revisar constantemente el propio aprendizaje, actuar con criterio, en forma autónoma y responsable.
- Concientizar sobre la importancia del cuidado del medio ambiente y el compromiso ético-social que ello implica, en particular sobre el recurso agua.
- Fomentar el trabajo colaborativo y en equipo, comprendiendo sus fortalezas y afrontando las dificultades que surjan a partir del mismo.
- Integrar conocimientos de distintas áreas y aplicarlos en diversos contextos.
- Potenciar el uso de distintos recursos de Tecnología de Información y Comunicación (TICs).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Documentar el sitio de estudio.
- Gestionar la información pertinente.
- Medir distintos parámetros hidrológicos del agua en Pilar, registrar los resultados y analizar críticamente los datos obtenidos.
- Comunicar procedimientos, resultados y conclusiones utilizando el lenguaje específico.
- Determinar la calidad del agua en Pilar teniendo en cuenta indicadores de calidad y niveles permitidos por la legislación vigente.

En este trabajo se presenta y evalúa la primera etapa del proyecto, tanto desde el punto de vista metodológico, instrumental, como de los recursos humanos involucrados, las metodologías empleadas y los resultados alcanzados.

2. MARCO TEÓRICO

Nuevos paradigmas, como la sociedad del conocimiento, la globalización, las redes y la actual economía conforman un escenario particular que requiere de nuevas formas de intercambio y de comunicación. El mundo cambió y sigue cambiando, y la sociedad actual exige más a la Universidad [1]. Esta realidad en la que estamos viviendo hace necesario *“que las personas desarrollen capacidades amplias, que les permitan aprender, y desaprender, a lo largo de toda su vida para adecuarse a situaciones cambiantes. Es posible que no ocupemos el mismo puesto de trabajo toda la vida...Necesitamos conocimientos, habilidades y actitudes que nos faciliten esa flexibilidad que se hará imprescindible”*[2]. Y esto es exactamente lo que justifica pensar en una formación por competencias. Como bien dicen Giordano-Lerena y Cirimelo: *“La visión actual de la sociedad propone ver al egresado universitario como un ser competente (con un conjunto de competencias), capaz de ejercer su profesión en la realidad que lo rodea”*[3].

En este sentido es aplicable la recomendación de la UNESCO: *“La universidad debe no sólo enseñar sino fundamentalmente educar, dando importancia al concepto de educación integral. La formación no debe orientarse a la mera acumulación de conocimientos, sino a la adquisición de competencias y habilidades que contribuyan al desarrollo sostenible y al mejoramiento del conjunto de la sociedad”* [4]. Cuando esta preparación se traduce en una alta capacitación en el plano intelectual, en el moral y en el espiritual, se trata de una educación auténtica, que alcanzará mayor perfección en la medida que el sujeto domine, auto controle y auto dirija sus potencialidades: deseos, tendencias, juicios, raciocinios y voluntad [5].

La Universidad Austral asume como característica distintiva de su Ideario la Educación Personalizada, entendida ésta como la formación integral e individual de sus alumnos a lo largo de toda la trayectoria de sus estudios universitarios. La educación personalizada se apoya en la consideración del ser humano como persona con potencialidades para explorar, cambiar y transformar el mundo. Las características esenciales incluidas en el concepto de persona de las que se derivan las orientaciones para ofrecer una educación personalizada son: singularidad – originalidad – creatividad; autonomía – libertad – responsabilidad; apertura – comunicación y trascendencia [6].

Este modelo de educación responde al intento de estimular a la persona para que sea capaz de dirigir su propia vida, hacer efectiva la libertad personal, participando con sus propias características en la vida comunitaria. Busca ayudar al alumno para que alcance su singularidad, es decir, consciente de sus posibilidades y limitaciones, logre su autonomía, sea principio de sus propias acciones, desarrolle su capacidad de elección actuando en libertad [7].

2.1 El concepto de competencia

Existen múltiples definiciones de competencia, diversas y desde distintos puntos de vista. En el presente trabajo acordamos que *“una competencia es la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada; supone una combinación de actividades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz”* [8].

De aquí se deriva que ser competente significa (Cano adaptado):

1. Integrar conocimientos, habilidades y valores para lo cual es necesario no sólo poseerlos, sino también saber seleccionarlos y combinarlos de forma pertinente según cada situación.
2. Realizar ejecuciones, desempeñar un rol o producir algo.
3. Actuar en forma contextual, en un espacio, momento y circunstancia concreta.
4. Aprender constantemente, las competencias se desarrollan con formación y con experiencia a lo largo de la vida.
5. Ser reflexivo, revisar constantemente el propio aprendizaje, actuar con criterio, en forma autónoma y responsable.

Concordamos con el CONFEDI [9] que las competencias genéricas del egresado de ingeniería se pueden clasificar en aquellas que son específicas de la profesión, estas son las competencias tecnológicas y en otras, que son generales y transversales, llamadas competencias sociales, políticas y actitudinales:

2.1.1 Competencias tecnológicas:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
- Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
- Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

2.1.2 Competencias sociales, políticas y actitudinales:

- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

- Comunicarse con efectividad.
- Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- Aprender en forma continua y autónoma.
- Actuar con espíritu emprendedor.

2.2 Implicancias en el proceso de enseñanza-aprendizaje

La educación basada en competencias implica un nuevo significado de aprender y por lo tanto también de enseñar. Quien aprende construye en forma personal competencias, pero desde los otros y con otros. Responde a metas y expectativas determinadas que surgen de las lógicas del mundo del trabajo y del mundo económico, social y político. Reconoce lo que construye y cómo ha realizado dicha construcción. Quien enseña, por su parte, crea las condiciones favorables para la construcción de las competencias y facilita las herramientas y las oportunidades de manera explícita para garantizar que esto sea posible. Al mismo tiempo, evalúa y acredita el desarrollo de las competencias, buscando evidencias de aprendizajes de los contenidos disciplinares y del desarrollo de las capacidades generales y específicas, diseñando los instrumentos de evaluación adecuados [10].

Este cambio nos obliga a revisar objetivos, metodología y evaluación del proceso de aprendizaje y de enseñanza. Para esto Vázquez [11] nos propone reflexionar sobre algunas cuestiones como:

- ¿Cuáles son las competencias básicas y necesarias para obtener buenos resultados en nuestra práctica profesional contemporánea?
- ¿Qué indicadores permiten elegir las competencias que se van a construir?
- ¿Cuáles son los medios más efectivos para construir estas competencias?
- ¿Cuáles son los medios más efectivos para comprobar que se han construido estas competencias?

2.2.1 Los Trabajos Prácticos de Laboratorio en la formación por competencias

No hay dudas que el trabajo práctico de laboratorio constituye un rasgo diferencial en la enseñanza de las ciencias y en particular de la Química. Sin embargo, como bien dice Barberá [12] *“aunque el trabajo práctico es habitualmente considerado inestimable en la enseñanza de las ciencias, la investigación parece mostrar que no siempre resulta tan valioso para su aprendizaje”*. Gil Pérez [13] en su trabajo *Como promover el interés por la cultura científica* explica claramente el por qué de esta situación:

“El trabajo experimental se realiza, como es frecuente, con el propósito de observar algún fenómeno, para “extraer” de él un concepto o cuando los estudiantes lo llevan a cabo mediante una guía previamente preparada, sin tener en cuenta, reiteramos una vez más, las cuestiones a que se pretende dar respuesta (lo que contribuye a una visión aproblemática), la discusión de su posible interés y relevancia (visión descontextualizada), la formulación tentativa de hipótesis, el proceso de diseño que necesariamente precede a la realización de los experimentos o el análisis crítico de los resultados obtenidos (reforzando así una visión rígida, algorítmica y cerrada de la ciencia), etc. Todos estos aspectos son absolutamente fundamentales para que la experimentación tenga sentido.”
[13]

Una revisión de las guías de trabajos prácticos habituales pone en evidencia que las prácticas poseen un formato tradicional, cuyo objetivo fundamental es comprobar o ilustrar la teoría que ha sido explicada en clase y que limitan el rol del alumno a simple reproductor de consignas [14].

En el marco de la educación basada en competencias será necesario preguntarse qué papel juegan las actividades experimentales en el proceso de aprendizaje y de enseñanza, qué se espera del trabajo práctico, qué se obtiene del trabajo práctico y cómo se evalúa. Entonces, de ser necesario, habrá que reformularlo para transformarlo en una experiencia de aprendizaje movilizadora de conocimientos, destrezas, valores, que combinados de manera pertinente, les permita resolver la situación problema que se plantea. Además debemos reconocer que si esta situación problema se plantea en el marco de un proyecto de investigación cuya temática es cercana a los intereses de los estudiantes y en un contexto cotidiano se potencian las posibilidades de que el aprendizaje sea verdaderamente significativo. En términos de Ausubel, esto se logra cuando el aprendizaje adquiere sentido, importancia y pertinencia ya que se dan las siguientes características [15]:

- Los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno ya que adquieren ahora otra dimensión y aplicación concreta.
- Esto se logra gracias a un esfuerzo deliberado del alumno por relacionar los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos, es decir hay un rol no sólo activo sino proactivo.

- Todo lo anterior es producto de una implicación afectiva del alumno, es decir, el alumno *quiere* aprender aquello que se le presenta porque lo considera valioso (motivación).

3. DESARROLLO DE LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO

3.1 Equipo de trabajo

El equipo de trabajo del Proyecto de esta primera etapa estuvo conformado por cuatro profesores integrantes de las cátedras de Química I, Química II (primer año) y Química Industrial (tercer año) y cinco alumnos Ayudantes, a saber: un alumno de quinto año que trabajó en el marco de su Práctica Profesional Supervisada (PPS) y cuatro alumnos de segundo año que aprobaron el año anterior las dos materias de Química de primer año. Se trabajó en equipo colaborativamente en el diseño, capacitación teórica y experimental, puesta en marcha, puesta a punto de las técnicas y desarrollo del nuevo material didáctico, elaboración y prueba de la logística de implementación de las actividades prácticas para la materia Química II. Esta primera etapa se desarrolló durante el primer cuatrimestre de 2014 e insumió 3 horas/semana de los profesores, 4 horas/semana de los cuatro alumnos de segundo año y 230 horas totales correspondientes a PPS.

3.2 Metodología de trabajo

En esta primera etapa de preparación del Proyecto y generación de las condiciones necesarias para implementarlo en las actividades prácticas de Química II, los objetivos de trabajo concretos fueron:

- Puesta a punto de los equipos disponibles y de las técnicas de medición adecuadas del Laboratorio Ambiental para el estudio del agua.
- Capacitación a los Alumnos Ayudantes (teoría y práctica) para operar dichos equipos y en el conocimiento del agua y sus parámetros significativos.
- Generación de la documentación necesaria y del material didáctico, y establecimiento de la metodología de implementación para el estudio de la calidad de agua en Pilar en los trabajos de laboratorio de la materia Química II, segunda etapa del proyecto, estimando una comisión de 70-80 alumnos.

Los tres objetivos se fueron trabajando simultáneamente, cada uno de ellos tuvo su propio cronograma de plazo y “entregables” comprometidos y al mismo tiempo, sus resultados se fueron articulando y realimentando entre sí a medida que avanzaba el cuatrimestre, integrando progresivamente a todos los participantes y mejorando los resultados parcialmente obtenidos para cada objetivo.

El alumno de 5^{to} año cursante de PPS, supervisado por un asesor académico profesor de Química, tuvo a su cargo el relevamiento, mantenimiento y puesta a punto de los equipos y las técnicas de los equipos a utilizar para medición de parámetros de calidad de agua, a saber:

- Medidor multiparamétrico de calidad de agua Hydrolab H2O
- Turbidímetro portátil a fibra óptica McVanAnalite, modelo 152.
- Espectrofotómetro portátil de lectura directa Hach DR 2000.

En el marco de esta PPS se actualizaron y en otros casos se redactaron los correspondientes protocolos de mantenimiento periódico, se realizaron los mantenimientos, las pruebas de funcionamiento, las calibraciones y se estandarizaron los procedimientos operativos de medición para los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, pH, nitratos, conductividad eléctrica, temperatura, dureza, turbidez y sólidos disueltos. También se realizaron las consultas técnicas y operativas a los fabricantes y proveedores, como así la compra de insumos y consumibles necesarios para el funcionamiento de los equipos.

Al mismo tiempo, los cuatro alumnos ayudantes de 2^{do} año, orientados por sus profesores, comenzaron con un estudio teórico del tema agua y sus parámetros característicos. Debieron gestionar la información (búsqueda bibliográfica, selección pertinente, organización y comunicación) relacionada con los contenidos disciplinares (propiedades físico-químicas del agua, parámetros a medir, niveles guías a nivel nacional y los estudios hidrográficos de la zona en cuestión). En reuniones periódicas a modo de seminarios con exposiciones orales y entregas escritas de síntesis, se discutieron los temas estudiados, se resolvieron las dudas y dificultades y se seleccionaron los aspectos más relevantes a destacar en Química II.

Una vez realizada la puesta en marcha de los equipos de medición, se integró a los cuatro alumnos ayudantes al trabajo de laboratorio, con el acompañamiento permanente de los profesores. El alumno cursante de PPS realizó la capacitación de los alumnos de 2^{do} año respecto de los principios de funcionamiento de cada uno de los equipos, del manejo de los manuales operativos y de las técnicas de medición. Luego se pasó a las mediciones de tipo exploratorio de distintas muestras de agua y al ajuste de procedimientos para que todos los alumnos pudieran adquirir experiencia y seguridad operativa con los equipos. En estas reuniones cada uno asumió distintos roles, operador principal o ayudante, y se insistió en los aspectos de seguridad tanto respecto del cuidado de equipos como personal. La idea detrás del trabajo conjunto del alumno de PPS y los cuatro ayudantes de 2^{do} año fue realizar un análisis de los modos de falla y sus efectos,

detectando todos los posibles focos de prácticas riesgosas o inseguras, a fin de anteponer los medios teóricos (desde el punto de vista de la capacitación) y prácticos (desde el punto de vista de los materiales) para eliminarlos.

Es importante destacar que serán los alumnos ayudantes de 2^{do} año quienes supervisarán, junto a los docentes, el trabajo de laboratorio de los alumnos regulares de Química II durante la segunda etapa del proyecto. De allí la importancia de que todos ellos tuviesen todos los conocimientos y destrezas necesarias para el adecuado manejo del equipamiento y la solución de potenciales problemas de medición y funcionamiento y así como seguridad en el desenvolvimiento en el laboratorio.

En un trabajo progresivo por equipos a partir de propuestas de los alumnos ayudantes, se elaboraron nuevas guías de trabajos prácticos de Química II para realizar el monitoreo, análisis e interpretación de resultados con alumnos el cuatrimestre siguiente. Se incluyó la lectura de una selección de manuales operativos de equipos (en inglés) y dominio de conceptos tales como validación de resultados, curvas de calibración, muestreo, entre otros.

3.3 Planificación de la implementación del Proyecto en Química II

En concordancia con los objetivos, esta primera etapa definió los contenidos, los recursos necesarios y la metodología a emplear para implementar este Proyecto de Investigación sobre la calidad de agua en Pilar en la materia Química II. Para ello y en correspondencia con lo actuado durante el primer cuatrimestre, se establecieron tres líneas directrices a desarrollar:

1. el agua, sus propiedades físico-químicas y parámetros característicos,
2. el muestreo y el análisis instrumental,
3. la validación, el análisis y la interpretación de resultados.

Se busca lograr que los alumnos se familiaricen con los contenidos fundamentales de toda investigación científica, que abarca tanto los principios teóricos, como técnicas de laboratorio y análisis y discusión de resultados. De este modo, los alumnos deberán dar respuesta concreta en el marco de esta investigación a las siguientes preguntas conceptuales:

- ¿Qué se va investigar y por qué? ¿Qué información provee cada parámetro?
- ¿Cómo se toman las muestras? ¿Cómo se analizan para cada parámetro?
- ¿Cómo asegurar que los datos son fidedignos? ¿Qué conclusión puede sacarse de la calidad de agua?

En la primera etapa se realizará una introducción teórica a los conceptos más importantes de la investigación y se presentarán los instrumentos de laboratorio que se emplearán. En esta etapa, se asignará a cada equipo de alumnos un sitio de muestreo, que puede ser el pozo subterráneo de la Universidad o bien el agua de red provista por la Compañía Sudamericana de Aguas. Además, se dividirá a los alumnos en 18 equipos de trabajo, cada uno de los cuales deberá realizar una investigación teórica sobre un tema particular asignado. Cada tema provee información sobre una cuestión relevante relativa a la calidad de agua. Los equipos pondrán luego en común sus investigaciones, las que constituirán material de estudio para todos los alumnos. De este modo, se logra una construcción colaborativa del conocimiento, donde cada equipo es responsable de proveer información fidedigna a sus compañeros. Se muestra a continuación, a modo de ejemplo, la guía de investigación teórica de un tema específico a desarrollar por un equipo (Figura 1).

Guía de Investigación teórica
Tema V: Conductividad eléctrica

Conceptos a investigar

Definición de conductividad eléctrica y de conductividad específica. Unidades de medición. Procedimientos y cuidados de medición. Ley de Ohm. Relación con la resistencia, la resistividad y la conductancia eléctricas. Relación con los parámetros de salinidad y sólidos disueltos totales. Factores que afectan la conductividad en los cursos de agua. Tolerancia de los organismos. Valores de referencia en aguas naturales.

Bibliografía específica recomendada

Fundamentals of Environmental Measurements; Conductivity, Salinity and Total Dissolved Solids; Fondriest Environmental Inc.; Disponible en: <http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity-tds>; último acceso: 13/06/2014.

SAWYER, C., *et al.*; *Química para ingeniería ambiental*; 4^o edición; Cap. 3; Mc-Graw Hill Iberoamericana; Bogotá, Colombia; 2001.

Figura 1 - Ejemplo de Guía de Investigación Teórica

Luego de la introducción teórica y la toma de muestras, se pasará a la etapa de análisis instrumental en la cual los alumnos, según el orden asignado en el cronograma establecido, analizarán las muestras y obtendrán resultados de los parámetros a medir, que deberán luego procesar y analizar para extraer conclusiones. Se ha planificado la logística de medición en el laboratorio para que cada día concurren tres equipos de alumnos, según la carga horaria requerida para el uso de cada equipamiento.

En la tercera etapa, cada equipo deberá analizar el conjunto total de datos de todos los parámetros obtenidos por todos los equipos y extraerá conclusiones respecto de calidad del agua medida en relación con las normas de agua potable. Esto se hace para que las conclusiones sean estadísticamente significativas y a su vez, para que los alumnos asuman la responsabilidad que implica aportar datos no solo para su propio trabajo, sino también para el de los demás, lo que ocurre a diario en los trabajos de investigación científica avanzada. El análisis, procesamiento, elaboración y justificación de conclusiones constituirá el Informe Final del Proyecto a realizar por equipo.

4. EVALUACIÓN DEL PROCESO REALIZADO

Durante esta primera etapa se realizó el acompañamiento y capacitación de los ayudantes, trabajando con ellos distintas cuestiones: el contenido teórico, la integración de saberes de otras materias, la postura crítica frente a diversas fuentes de información, la cita de las fuentes, el uso del vocabulario específico, el diseño de planes de acción, la organización, presentación y comunicación adecuada de la información, la familiarización con las técnicas de laboratorio, el modo de organización en el trabajo colaborativo. Durante este proceso se fue evaluando el desempeño de los mismos en las presentaciones orales y escritas, así como en el trabajo en equipo. Se hicieron las correcciones pertinentes y sugerencias de mejora. En este sentido se pudieron observar los progresos alcanzados por cada uno de los participantes en el transcurso del cuatrimestre.

Al finalizar esta etapa se implementó una Encuesta de Evaluación (ver Figura N°2) como instrumento de autorreflexión para todos los participantes del Proyecto, profesores y alumnos ayudantes. La finalidad de la misma fue que cada integrante pueda ser consciente de los puntos fuertes a potenciar y los puntos débiles a corregir, en vistas también de la etapa siguiente del Proyecto.

<p>Proyecto de investigación sobre calidad del agua en la zona de Pilar Encuesta de evaluación primera etapa</p>
<p>Nombre:</p>
<p>A) Piense unos instantes sobre esta primera etapa del Proyecto Agua:</p>
<ul style="list-style-type: none">- ¿Qué es lo principal que aprendió? (teoría, operación de equipos, datos sobre el agua, aplicaciones de otras materias, organización y logística de trabajo, etc.)- ¿Cómo lo aprendió? (solo leyendo manuales y libros, realizando actividades en el laboratorio, intercambiado dudas y discutiendo problemas, etc.)- ¿Se formula hoy nuevas preguntas? ¿Cuáles?- Participar como ayudante en este Proyecto, ¿promoverá cambios en su forma de estudiar y aprender? Si es así, ¿cuáles supone que serán esos cambios? Justifique.
<p>B) Intente recordar cuál fue el encuentro o situación que le resultó más provechosa y cuál menos. Indique en cada caso por qué:</p>
<ul style="list-style-type: none">- Más:- Menos:
<p>C) ¿Considera que esta actividad contribuyó al desarrollo de las competencias in dicadas? En caso afirmativo, justifique su respuesta.</p>
<ul style="list-style-type: none">- Capacidad y autonomía para el auto aprendizaje- Actitud crítica y reflexiva,- Trabajo colaborativo- Integración de conocimientos- Concientización sobre la importancia del medio ambiente.

Figura N° 2 - Encuesta de Evaluación primera etapa

A continuación se transcriben una selección representativa de comentarios textuales extraídos de las encuestas.

4.1 Consideraciones de los alumnos ayudantes (de 2^{do} y 5^{to} año):

¿Qué es lo principal que aprendió?

“A trabajar en equipo, a expresarme en forma oral, desarrollar un nuevo vocabulario y presentar documentos”.

“Un tema particular (agua), manipular instrumentos y cómo calibrarlos, trabajar en equipo.”

“A profundizar conocimientos de Química, aprender mediante discusión con profesores e investigadores.”

“A investigar a través de internet y bibliografía, incorporar temas relacionados al agua, utilizar equipos para medición, ayudar al trabajo en equipo e integrar conocimientos.”

4.2 Consideraciones de los profesores de química

¿Cuál fue el encuentro o situación que le resultó más provechosa y cuál menos? Indique en cada caso por qué:

Más: *“Los seminarios de los alumnos y el encuentro plenario coordinado por el alumno de 5^{to} año en que expusieron nuevamente. En estas situaciones se evidenció la mejora en la capacidad expositiva de los ayudantes de segundo año (dominio de vocabulario y conceptos teóricos).”*

“El trabajo en equipo tuvo aportes de todos los integrantes y fue muy enriquecedor.”

“Los encuentros periódicos con los alumnos ayudantes durante los seminarios y la resolución de los inconvenientes que fueron surgiendo en la puesta a punto del equipamiento y en el establecimiento de la logística de trabajo para con los alumnos de primer año”.

Menos: *“La corrección de los documentos en un momento se complicó por trabajar con documentos “paralelos” y por esperar en todos los casos las opiniones de todos. Esto produjo demoras.”*

En cuanto a la calidad de los productos finales, los documentos se fueron corrigiendo y modificando durante su construcción y se cumplimentó la entrega en tiempo y forma del nuevo material didáctico para las prácticas de Química II.

Realmente puede decirse que el trabajo en equipo fue auténticamente colaborativo, cada uno asumió la responsabilidad de cumplir con los objetivos propuestos, se consideraron con respeto las opiniones y aportes de todos, cada uno sumó desde su lugar sus conocimientos y sugerencias para la mejor implementación del Proyecto con alumnos de primer año.

Merece destacarse especialmente el fuerte compromiso con las tareas asumidas, buena predisposición de los alumnos ayudantes y el interés por participar y superarse que mostraron en todo momento. Por ejemplo, algunas reuniones de trabajo plenarios entre los nueve integrantes del Proyecto implicó la concurrencia en días en que habitualmente los alumnos no cursan, justamente para no afectar el normal desenvolvimiento de las actividades curriculares obligatorias.

Desde el punto de vista educativo la puesta en marcha del proyecto constituye una experiencia de aprendizaje que permitió que los alumnos ayudantes desarrollen capacidades científicas, sociales y comunicacionales, necesarias a la hora de desempeñarse de manera competente como futuros profesionales. Se promovió una actitud crítica y reflexiva, concientizando sobre la importancia del cuidado del medio ambiente y el compromiso ético-social que ello implica, y fomentando el trabajo colaborativo, comprendiendo sus fortalezas y afrontando las dificultades que surgen a partir del mismo. Merece destacarse también que significó una oportunidad de aplicación e integración de los contenidos disciplinares en nuevos contextos, en este caso particular, relacionados con una problemática actual y cotidiana que involucra tanto lo personal como lo social.

5. CONCLUSIONES

Hay consenso en cuanto que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer y que el saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo. Trabajar por competencias, o integrar de manera intencional las competencias, supone un marco que facilita la selección y tratamiento más ajustados y eficaces de los contenidos impartidos [16].

Es en este sentido que estamos convencidos que la propuesta que aquí se presenta es una propuesta innovadora que transformará a las prácticas de laboratorio tradicionales en un proyecto de investigación, utilizando una metodología superadora basada en el desarrollo de competencias profesionales sin perder de vista que el conocimiento es la base de las mismas.

Abordar el laboratorio como parte de un proyecto de investigación desde el enfoque de la formación por competencias implica:

- Tener claro el perfil de egresado que desea esta Universidad para seleccionar las competencias profesionales que estarán involucradas en este proyecto y de las que se derivarán los objetivos del mismo.
- Revisar el rol de los docentes en cuanto a facilitadores de situaciones que promuevan el desarrollo de las competencias en los estudiantes.
- Reformular las estrategias didácticas teniendo en cuenta “qué” queremos que aprendan nuestros estudiantes, pero focalizando en el “cómo” se puede aprender los contenidos.
- Diseñar los instrumentos y criterios (indicadores) de evaluación adecuados para este tipo de proyecto atendiendo todos los aspectos involucrados en las competencias (conocimientos, habilidades, valores) de manera integrada y en situaciones concretas.

Los resultados alcanzados en esta primera etapa del Proyecto permiten confirmar lo siguiente:

1. Los métodos de enseñanza-aprendizaje orientados al desarrollo del competencias son más complejos porque deben atender no sólo los resultados, sino fundamentalmente al proceso en sí mismo y conllevan por tanto un cambio importante del rol docente orientado al acompañamiento.
2. La adquisición de competencias se hace posible cuando los mismos alumnos son conscientes de las nuevas capacidades, habilidades que adquieren e intereses que desarrollan y los valoran.
3. La incorporación en forma incipiente la investigación en ingeniería desde el inicio de la carrera, constituye una experiencia que promueve en los alumnos el desarrollo de competencias profesionales generales, tales como capacidad y autonomía para el auto aprendizaje, actitud crítica y reflexiva, trabajo colaborativo, integración de conocimientos de distintas áreas y concientización sobre la importancia del cuidado del medio ambiente.

Se espera que esta experiencia ayude a reflexionar a todos los actores involucrados, estudiantes, profesores, autoridades, sobre la necesidad de crear escenarios propicios para el desarrollo de aquellas habilidades, actitudes y valores que de manera integrada nos posibiliten actuar como profesionales competentes y comprometidos con una sociedad más justa.

6. REFERENCIAS

- [1,9,10,16] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI (2014). *Competencias en ingeniería*. Mar del Plata. 1ª Edición. Universidad FASTA Ediciones. Argentina. Disponible en:
http://www.confedi.org.ar/sites/default/files/documentos_upload/Cuadernillo%20de%20Competencias%20del%20CONFEDI.pdf (consultado 23/7/14)
- [2] Cano García, María Elena (2008). “La evaluación por competencias en la educación superior”. *Profesorado Revista de curriculum y Formación del profesorado*. Vol.12, N°3, pp.1-16. Universidad de Granada, España.
- [3] Giordano-Lerena, Roberto; Cirimelo, Sandra (2013). “Competencias en ingeniería y eficacia institucional”. *Ingeniería Solidaria*, Vol. 9, No. 16, pp. 119-127. ISSN 1900-3102 / e-ISSN 2357-6014.9 ACT EXP CGEyC.
- [4] UNESCO, 1998. Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI. Visión y acción y marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior. Disponible en:
http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm (consultado 23/7/14)
- [5] Navarro, Rubén Edel (2004). RED Científica: Ciencia, Tecnología y Pensamiento. *El concepto de enseñanza aprendizaje*. Disponible en:
<http://www.redcientifica.com/doc/doc200402170600.html> (consultado 23/7/14)
- [6] Buitrago Jerez, Orfa; Amaya, Blanca Lilia. (2001). “Educación personalizada, una modalidad educativa”. *Revista de Ciencias Humanas*. Número 26. Colombia. Disponible en:
<http://www.utp.edu.co/~chumanas/revistas/revistas/rev26/buitrago.htm> (consultado 23/7/14)
- [7] Amarante, Ana María (2013). “Didáctica Universitaria”. *Material preparado para la Escuela de Ayudantes de la Facultad de Ingeniería de la Austral*. Escuela de Educación, Universidad Austral, Buenos Aires.
- [8] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE (2005). “La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo” (DeSeCo). Disponible en:
<http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dscexecutivesummary.sp.pdf> (consultado 23/7/14)
- [11] Agudín Vázquez, Yolanda (2001). “Educación Basada en Competencias”. *Educación, Revista de Educación Nueva Época*, N° 19. Disponible en:
http://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.lie.upn.mx%2Fdocs%2Fdocinteres%2FEducacion_basada

- [en_competencias.doc&ei=9C3PU6-LIYresAThroK4Aw&usg=AFQjCNEGAXdRcmjbs3-3T4OBJ3Z9vSaa1w&sig2=P2rQlglxSMHPaCvDO7QAKQ](http://www.competencias.doc&ei=9C3PU6-LIYresAThroK4Aw&usg=AFQjCNEGAXdRcmjbs3-3T4OBJ3Z9vSaa1w&sig2=P2rQlglxSMHPaCvDO7QAKQ)(consultado 23/7/14)
- [12] Barberá, o. y Valdés, P. (1996). "El trabajo de práctico en la enseñanza de las ciencias; una revisión". *Revista Enseñanza de las ciencias*, Vol. 14, N° 3, pp. 365-379. Disponible en:
http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21466/93439%3Forigin%3Dpublication_detail(consultado 23/7/14)
- [13] Gil Pérez. ¿Cómo promover el interés por una cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para jóvenes de 15 a 18 años. UNESCO. Disponible en:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003s.pdf>(consultado 23/7/14)
- [14] DGCyE de la Pcia. de Bs As, Dirección de Formación Continua (2012) Guión Curso de capacitación "Introducción al Diseño Curricular de Química del Carbono"
- [15] Dávila Espinoza, Sergio (2000). "El aprendizaje significativo Esa extraña expresión (utilizada por todos y comprendida por pocos)". *Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías*. Número 9, julio de 2000. Disponible en:
<http://contexto-educativo.com.ar/2000/7/nota-08.htm>(consultado 23/7/14).

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Austral por el apoyo económico a este Proyecto.