

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 (2^{da} etapa)

La Educación en Ingeniería Industrial

Moya, María Angélica*; Baumgartner, Erwin⁽¹⁾; García de Chena, Beatriz⁽²⁾; Gemelli, María Eugenia⁽³⁾

*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

RESUMEN

En la asignatura *Química II* se reemplazaron las prácticas tradicionales de laboratorio por un Proyecto de Estudio sobre la Calidad de Agua. Además de cumplir con las actividades de formación experimental en campo y en laboratorio, se buscó simultáneamente promover en estudiantes de primer año el desarrollo de competencias genéricas de egreso en ingeniería. Se trabajó sobre tres líneas directrices:

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

Ellas responden directamente a los elementos que componen el desarrollo de una competencia, el saber (conocimiento), el saber hacer (operativo) y el saber ser (poder dar razones de lo que se hace).

Los resultados alcanzados permiten confirmar lo siguiente:

- Los procesos de enseñanza y de aprendizaje orientados al desarrollo de competencias son más complejos porque deben atender no sólo los resultados, sino fundamentalmente al desarrollo en sí mismo y conllevan por tanto un cambio importante del rol docente orientado al acompañamiento, guía y motivación. Los ayudantes, por su cercanía a los estudiantes cursantes, desempeñan un rol sumamente enriquecedor tanto en el diseño como en la implementación.
- La adquisición de competencias se hace posible cuando los mismos estudiantes son conscientes de las nuevas capacidades y habilidades que adquieren e intereses que desarrollan y los aprecian porque identifican su aplicación actual y futura, es decir los conectan con la realidad y su proyección profesional
- La incorporación en forma incipiente de elementos de investigación en ingeniería desde el inicio de la carrera, es una oportunidad para promover el desarrollo de competencias genéricas de egreso, tales como capacidad y autonomía para el aprendizaje, actitud crítica y reflexiva, trabajo en equipo, integración de conocimientos de distintas áreas y concientización sobre la importancia del cuidado del medio ambiente.

Palabras Claves: agua, proyecto investigación, competencias

SUMMARY

In the *Chemistry II* course the traditional laboratory practices were replaced by a Research Project on Water Quality in Pilar. In addition to complying with the experimental training in field and laboratory activities, it is sought to simultaneously promote general professional competences of engineering students of first year. It worked on three guidelines:

- water, its physical-chemical properties and characteristic parameters,
- sampling and instrumental analysis,
- analysis, validation and interpretation of results.

They respond directly to the elements that make up the development of a competence, the knowledge, knowing how to make things and the ability to give reasons for what is done.

The achieved results allow to confirm the following:

- The teaching and the learning processes aimed at developing competences are more complex because they must take into account not only the results, but primarily the development itself and therefore constitute an important change of the role of the teacher, oriented to the accompaniment, guidance and motivation of the students. Student assistants, by their proximity to students enrolled in the course, played an extremely enriching role both in the design and implementation.
- The acquisition of skills is made possible when the students themselves are aware of the new capabilities, the skills they acquire and the interests they develop and appreciate because they identify current and future implementation, i.e. it connects them with the reality and their professional projection.
- The incorporation in an incipient form of elements of research in Engineering right at the beginning of the career is an opportunity to promote the development of general professional competences, such as ability and autonomy to self-learning, critical and reflexive attitudes, collaborative work, integration of knowledge from different areas and awareness on the importance of environmental care.

Key Words: water, research project, competences

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar una experiencia de enseñanza-aprendizaje orientada al desarrollo de competencias genéricas de egreso en ingeniería en alumnos de primer año de la carrera *Ingeniería Industrial* vinculada al estudio de temas ambientales, en un contexto real y cercano.

1.2 Características generales

Es muy significativo destacar que este trabajo surgió a partir de las inquietudes de estudiantes interesados por 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 estudiantes de ingeniería, tales como el espíritu emprendedor, el compromiso social y la conciencia ambiental, constituyen un interés legítimo que los profesores debemos atender y al mismo tiempo fomentar.

Luego de evaluar distintas alternativas, contemplando el grado incipiente de avance en la carrera y las capacidades propias de los laboratorios, los profesores de química decidimos desarrollar una actividad centrada en el estudio de la calidad del agua en Pilar (zona de radicación de la Facultad) en las horas asignadas al trabajo experimental correspondientes a la asignatura *Química II* (1° año, 2° cuatrimestre de la carrera *Ingeniería Industrial*), reformulando la práctica de laboratorio tradicional.

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 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].

El modelo de educación personalizada adoptado por la Universidad Austral 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 estudiante 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 [6].

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”* [7].

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

- 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.
- Realizar ejecuciones, desempeñar un rol o producir algo.
- Actuar en forma contextual, en un espacio, momento y circunstancia concreta.
- Aprender constantemente, las competencias se desarrollan con formación y con experiencia a lo largo de la vida.
- Ser reflexivo, revisar constantemente el propio aprendizaje, actuar con criterio, en forma autónoma y responsable.

El CONFEDI [8] ha consensuado las competencias genéricas de egreso del ingeniero argentino. Éstas se pueden clasificar en aquellas que son específicas de la profesión, *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 y de 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 [9].

Este cambio nos obliga a revisar objetivos, metodología y evaluación del proceso de enseñanza y de aprendizaje. Para esto Vázquez [10] nos propone reflexionar sobre algunas cuestiones como:

- ¿Cuáles son las competencias básicas y necesarias para obtener buenos resultados en nuestra práctica profesional contemporánea? En el caso de las carreras de ingeniería, esta pregunta ya tiene su respuesta consensuada en las 10 competencias genéricas de egreso indicadas.
- ¿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?

2.3 Las Actividades de Laboratorio en la formación por competencias

No hay dudas de 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 [11] *“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 en su trabajo *Cómo promover el interés por la cultura científica* explica claramente el porqué 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”* [12].

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 [13].

En el marco de la educación basada en competencias es 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, debe ser reformulado para transformarlo en una experiencia de aprendizaje movilizadora de

conocimientos, destrezas, valores, que combinados de manera pertinente, permita a los alumnos 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 [14]:

- Los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del alumno ya que adquieren ahora otra dimensión y una 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).

2.4 Las características de la Generación Millennials (Gen Y)

Los estudiantes ingresantes a primer año de Ingeniería (salvo alguna rara excepción) corresponden a la llamada Generación Millennials o Generación Y, han nacido entre 1980 y 2000. De acuerdo con Franichevich y Marchiori [15], estos jóvenes viven las siguientes realidades:

- Nunca tocaron una máquina de escribir mecánica ni eléctrica; el contestador automático es parte del teléfono.
- Los juegos de video son con realidad virtual y los juegan en línea con cualquier lugar del mundo.
- Los CD son casi del pasado; Internet siempre existió
- La televisión es por cable o satélite y el control remoto es de ellos.
- Suelen adornarse con *piercing* y tatuajes.

Si bien cada persona es individual, única e irrepetible puede decirse que en conjunto, estos jóvenes de casi 20 años que hoy comienzan sus estudios universitarios presentan características notables que los diferencian de la generación de sus padres y de la mayoría de sus profesores. En particular merecen destacarse las siguientes cualidades distintivas: el aprecio por el trabajo cooperativo y colaborativo, el uso de la tecnología en todas sus formas para interactuar y el interés y compromiso social, abordando los problemas de un modo nuevo [16]. Al mismo tiempo, los Y son una generación destinada a triunfar, se sienten deseados, valiosos y protegidos. Están acostumbrados a que todo suceda rápidamente. Para ellos son los slogans del momento "*Impossible is Nothing*". Saben que cuando se proponen seriamente algo es suficiente con "*Just do it*".

Reconocer esas diferencias culturales no sólo es importante como educadores ya que ellos son "nuestros estudiantes", sino fundamentalmente porque brinda la oportunidad de diseñar estrategias de enseñanza y de aprendizaje más efectivas y motivadoras acordes con estas habilidades y cualidades que traen.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO AGUA

El Proyecto Estudio de la Calidad de Agua en Pilar se implementó en el contexto de las actividades experimentales de la materia *Química II* con 65 estudiantes cursantes. Trabajaron activamente los tres profesores a cargo de la materia y cuatro ayudantes de segundo año previamente capacitados para este fin (primera etapa del Proyecto [17]). La materia tiene como correlativa anterior *Química I* y una carga de seis horas (reloj) semanales, de las cuales dos horas se emplearon para el Proyecto. Para alcanzar la condición de "cursada" de la materia y quedar en condiciones de rendir el examen final se debe cumplir el 75% de asistencia, aprobar los dos exámenes parciales y el Informe Final de Laboratorio. Existen dos instancias de recuperación.

A los cursantes se los distribuyó en 18 equipos de trabajo y estudio según el orden alfabético de la lista. Se adoptó este criterio para evitar que se agrupen por amistades, para que se conozcan más entre sí y aprendan a trabajar con el compañero/a que les toque, es decir en condiciones parecidas a la futura actividad profesional, donde por lo general no se elige.

De acuerdo con los objetivos del Proyecto, se establecieron tres líneas directrices a desarrollar:

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

Elas responden directamente a los elementos que componen el desarrollo de una competencia, el saber (conocimiento), el saber hacer (operativo) y el saber ser (poder dar razones de lo que se hace). La reflexión, el rigor, el pensar lógicamente, el saber documentar, argumentar siguiendo un hilo discursivo, saber abstraer, saber interpretar contextualizando, explorar nuevas vías, trabajar en equipo, etc., no son todos comportamientos elaborados de orden cognitivo, sino que constituyen un tipo de formación que sólo se puede desarrollar si se configura en "forma de ser"

personal, compleja, si inciden y afectan la estructura más profunda de la persona y la hacen competente [18].

Las actividades se fueron concatenando a lo largo del cuatrimestre, comenzando naturalmente por la inducción y estudio de los temas teóricos (teoría del agua, del principio operativo de los equipos y del fundamento del muestreo), realizando luego el muestreo y el análisis de las muestras en el laboratorio, concluyendo con validación de los datos, análisis e interpretación de los resultados. Cada fase tuvo su producto final previsto o “entregable” que fue corregido por ayudantes y profesores, que en todo momento acompañaron activamente el proceso. En la Tabla N° 1 se presenta sintéticamente esta información. Tal como puede observarse, el análisis de las muestras en laboratorio ocupó la mayor parte del tiempo del Proyecto (9 semanas).

Tabla N° 1 *Distribución de las actividades durante el cuatrimestre (16 semanas)*

| Semanas | Fase | Documento entregable por equipo |
|---------|--|----------------------------------|
| 1 a 3 | Introducción teórica. Toma de muestras | Investigación de Estudio Teórica |
| 4 | Evaluación previa al ingreso al Laboratorio (Parcialito) | |
| 5 a 13 | Análisis de muestras en Laboratorio | Minuta de Laboratorio |
| 14 a 16 | Discusión y evaluación de resultados | Informe Final del Proyecto |

En la primera fase, los ayudantes realizaron una introducción teórica a los conceptos más importantes a investigar y presentaron los instrumentos explicando el principio de medición, su operación y aspectos de seguridad más relevantes a tener en cuenta en el laboratorio. Asimismo se explicó la importancia del muestreo y el modo de conservación de la muestra. A cada equipo de alumnos se le asignó un sitio para la toma de muestra, pozo de agua subterránea de la Universidad o bien el agua de red provista por la empresa local. También por equipo, se realizó una investigación teórica sobre un tema asignado relativo a la calidad de agua. Una vez aprobados los documentos correspondientes (en todos los casos se requirieron varias instancias de corrección), cada uno constituyó un capítulo del material de estudio teórico para todos los estudiantes del curso. De este modo, se procuró una construcción colaborativa de conocimiento de base, donde cada equipo fue responsable de proveer una parte de información fidedigna, clara y concisa a sus compañeros. Merece destacarse que se brindaron instrucciones precisas y obligatorias relativas al formato de presentación (*Guía de Investigación*): extensión máxima, tipo de letra, alineación y espaciado, formato de citas, etc., tal como se solicita a los trabajos que se presentan a congresos. Una selección de estos temas teóricos de estudio fue evaluada en forma individual en el primer examen parcial de la materia. Se puso también a disposición de los estudiantes como material de estudio una selección de páginas de los manuales operativos de los equipos a utilizar en su idioma original (inglés), una guía denominada *Pautas de Trabajo* con aspectos de seguridad en el laboratorio y una selección de tablas. Los ayudantes y profesores atendieron consultas y explicaron dudas tanto en clase como por correo electrónico. Para el manejo compartido de documentos entre profesores, ayudantes y alumnos se utilizó una carpeta en Dropbox creada específicamente para este Proyecto, con subcarpetas correspondientes. Luego de la introducción teórica y de la toma de muestras, se pasó a la etapa de análisis instrumental. Como condición previa al ingreso al laboratorio, se evaluaron individualmente los conocimientos relativos al muestreo, al fundamento de la operación de los equipos, a la operación para determinación cada parámetro y los aspectos de seguridad en el laboratorio. Se dispusieron de hasta dos instancias de recuperación.

Aprobado el parcialito y de acuerdo con un cronograma preestablecido, cada equipo midió los siguientes parámetros de calidad de agua en la muestra respectiva: sólidos totales, sólidos en suspensión, salinidad, conductividad específica, pH, dureza, nitratos y turbidez. La operación del espectrofotómetro Hach, medidor multiparamétrico Hydrolab y turbidímetro de fibra óptica fue realizada íntegramente por los estudiantes, asistidos por los ayudantes y los profesores. Cuando se detectaron errores, se repitieron las determinaciones y se discutió la validez de los resultados. Luego de cada sesión de trabajo y antes de retirarse del laboratorio, los estudiantes informaron al ayudante a cargo los resultados obtenidos y las observaciones correspondientes que fueron volcadas en la planilla general (Excel) de los análisis realizados. Con esta misma información elaboraron una Minuta de Laboratorio para la respectiva carpeta en Dropbox del Proyecto.

En la tercera fase, cada equipo analizó el conjunto total de datos de todos los parámetros obtenidos por todos los equipos y elaboró conclusiones al respecto. El trabajo con el total de los datos busca aumentar la significación estadística para la elaboración de conclusiones y al mismo tiempo, comprometer a los estudiantes en su responsabilidad al aportar datos no sólo para su propio trabajo, sino también para el de los demás. Se trabajó en sesiones generales coordinadas por un profesor y en sesiones por equipo de estudiantes. El análisis, procesamiento, elaboración y justificación de conclusiones constituyó el núcleo central del Informe Final del Proyecto por equipo.

Tal como ya hemos mencionado, en este proyecto fue tan importante el desarrollo del proceso en sí mismo, como los resultados finales obtenidos. Los distintos instrumentos de seguimiento empleados procuraron acompañar, retroalimentar y evidenciar lo actuado por los distintos actores involucrados, estudiantes, ayudantes y profesores (Tabla N° 2).

Tabla N° 2 - Instrumentos de seguimiento y carácter de los mismos

| Instrumento de seguimiento | Carácter |
|---|--|
| Investigación de Estudio Teórico | En equipo |
| Minuta de Laboratorio | En equipo |
| Informe Final del Proyecto | En equipo |
| Exámenes parciales de laboratorio (parcialitos) y de la materia | Individual |
| Examen Final de la materia | Individual |
| Encuesta Final | Individual |
| Rúbricas | Individual y en equipo a cargo de los profesores |

Los tres primeros instrumentos fueron elaborados en equipo y corresponden a formas tradicionales de seguimiento y evaluación de profesores. En ellos se atendieron consultas y se indicaron y realizaron las correcciones pertinentes a los documentos entregables. Del mismo modo corresponden a esta categoría los exámenes parciales (previos al ingreso al laboratorio como de evaluación durante el cuatrimestre) y el examen final de la materia, todos ellos de carácter individual y obligatorio.

La novedad que aporta este Proyecto es que desde el primer momento se les planteó a los cursantes de *Química II* el Proyecto en todas sus dimensiones: qué se iba a realizar, cómo se iba a trabajar, fundamentalmente qué se esperaba de ellos en cuanto al desarrollo de competencias y porqué las mismas son tan importantes para el ejercicio de la profesión de ingeniero. Es decir se procuró que los estudiantes fueran protagonistas activos de su propio proceso de formación. Alineado con este objetivo, al finalizar el cuatrimestre los estudiantes se autoevaluaron respondiendo a una Encuesta Final y completando Rúbricas relativas a sus resultados y a la percepción de logros alcanzados.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 Resultados de cursadas de la asignatura y exámenes finales

Tal como se ha explicado, la presente experiencia de enseñanza-aprendizaje orientada al desarrollo de competencias genéricas de ingeniería se desarrolló por primera vez en los trabajos experimentales de laboratorio en la materia *Química II* en la cohorte de alumnos 2014. A título informativo, se indican los resultados generales obtenidos en la condición de "cursada" y exámenes finales (Tabla N° 3).

Tabla N° 3 - Resultados de la cohorte 2014 en Química II

| Año | Número de cursantes al inicio del curso | Número de estudiantes que aprobaron cursada sin recuperación | Número de estudiantes que recuperaron | | Número de estudiantes que aprobaron cursada | Promedio notas de cursada | Número de estudiantes que aprobaron examen final 1 ^{era} vez | Promedio notas de examen final 1 ^{era} vez | Número de estudiantes que aprobaron examen final 2 ^{da} vez | Promedio notas de examen final 2 ^{da} vez |
|------|---|--|---------------------------------------|-------------|---|---------------------------|---|---|--|--|
| | | | 1 Parcial | 2 Parciales | | | | | | |
| 2014 | 65 | 20 | 17 | 28 | 49 | 6,04 | 40 | 6,80 | 2 | 6,54 |

Los resultados que se muestran en la Tabla 3 se corresponden, en líneas generales, con los históricos de la asignatura. El 75% de los cursantes de *Química II* aprobó la cursada, y dentro de ellos, el 30% sin necesidad de recuperar ningún examen parcial. La nota promedio 6,8 de los 40 estudiantes que aprobaron examen final en la primera vez que rindieron se considera buena y evidencia el mejor desempeño frente a aquellos que debieron rendir el examen final dos veces (nota promedio 6,54). Sin embargo, al mismo tiempo queda de manifiesto la dificultad que presentan las materias de ciencias básicas y entre ellas la química en particular, a los estudiantes de primer año de ingeniería: la mayoría debió recuperar los dos exámenes parciales para obtener la condición de cursada (62% de los estudiantes que recuperaron parciales).

Lamentablemente no se pueden realizar comparaciones con cohortes anteriores, dado que entre sí no son poblaciones similares ni comparables. La Facultad de Ingeniería se trasladó recientemente en forma completa de la sede Garay ubicada en la Ciudad de Buenos Aires, al campus de la Universidad en Derqui (Pilar, Pcia. de Buenos Aires) distante 50 km de la ciudad.

Este cambio repercutió directamente en las características de la población de los estudiantes ingresantes: por un lado el número de ingresantes se triplicó y por el otro, el perfil del estudiantado evidencia algunas características nuevas propias de la nueva zona de radicación que creemos no podemos desestimar. Por ejemplo, podemos mencionar el estilo de vida al aire libre, la práctica habitual y generalizada de deportes, la baja autonomía de traslados y de movilidad, entre otras. Naturalmente con la continuidad del Proyecto se compararán estos resultados con las futuras cohortes, buscando analizar si las capacidades puestas en juego que se intentan promover, tales como autonomía para el autoaprendizaje, actitud crítica y reflexiva, integración de conocimientos, etc., impactan en los otros aspectos de la materia, es decir en el dominio de la teoría y en su aplicación a la resolución de problemas.

4. 2 Encuesta Final Individual

La Encuesta Final Individual¹ que respondieron los estudiantes fue armada sobre cinco preguntas, cuatro de ellas cerradas con *ítems* a valorar según una escala de 1 (menos) a 5 (más), correspondiendo 1: malo, 2: regular, 3 bueno, 4 muy bueno y 5 excelente. Una de las preguntas fue abierta, se solicitó se indique la situación de aprendizaje “más provechosa” y la que resultó “menos provechosa”, señalando el motivo en cada caso.

4.2.1 Preguntas: ¿Qué es lo principal que aprendió? ¿Cómo lo aprendió?

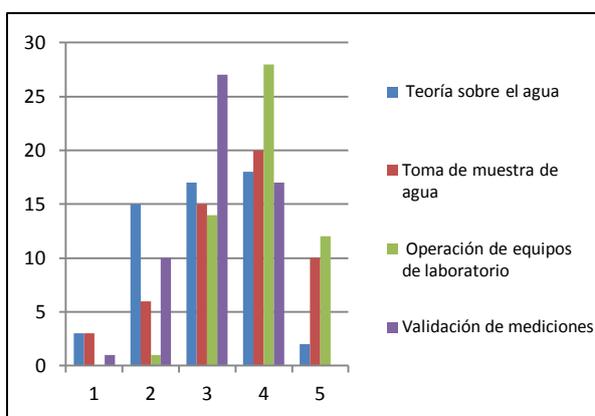


Figura N° 1 ¿Qué es lo principal que aprendió?

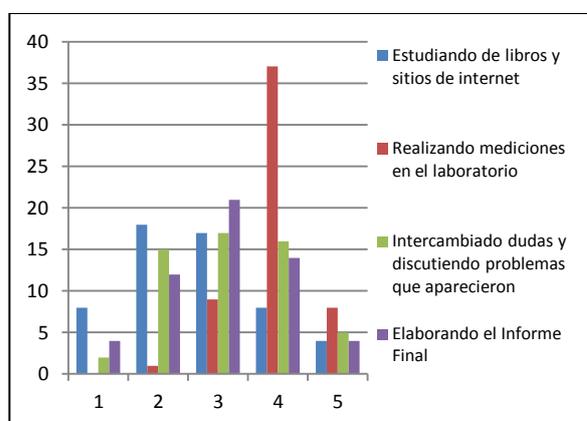


Figura N° 2 ¿Cómo lo aprendió?

De acuerdo con la percepción de los estudiantes (Figura N° 1), lo que más aprendieron se refiere a la operación de equipos de laboratorio (mayoritariamente valoración muy buena 4 y excelente 5), toma de muestras, y en menor medida, validación de mediciones. En contra partida, no resulta bien calificado el estudio de teoría sobre el agua. Los estudiantes destacan especialmente la realización individual de las mediciones en el laboratorio como el medio más eficaz de aprendizaje (amplia mayoría 4, muy bueno, Figura N° 2), es decir se comprueba la importancia del “aprender haciendo”. A continuación se muestran algunos comentarios textuales que responden a la pregunta abierta “¿Cuál fue la situación que le resultó más provechosa y por qué?” e ilustran los resultados que surgen de los dos gráficos anteriores:

“En el laboratorio al experimentar con los equipos, pude comprender más del tema agua”; “ver la dureza del agua es shokeante”; “me da un nuevo conocimiento que me puede servir a futuro”; “cuando utilizamos el espectrofotómetro, no nos daban los valores y tuvimos que repetir las mediciones”; “el uso del espectrofotómetro permitió una buena discusión para confrontar distintos puntos de vista”; “el espectrofotómetro por ser el más variado y delicado de los equipos de medición”; “Hydrobab y Hach, viendo los resultados veíamos los diferentes valores del agua de la Facultad”; “aprender a usar los instrumentos, es un conocimiento complejo sobre los análisis de muestras”; “uso de instrumentos, podíamos utilizarlos por nuestra cuenta, lo cual nos ponía como responsables”; “aprender la toma de muestras correcta, será útil para futuros proyectos”; “espectrofotómetro, por ser el instrumento más complejo que requería mayor precisión para el trabajo”; “usar el Hydrolab, tuve que pensar”;

La mayoría de los estudiantes destacan positivamente el valor del trabajo en el laboratorio como medio eficaz para el aprendizaje. En sus respuestas se evidencian diferentes dimensiones del mismo: vinculación con la realidad y por tanto interés, utilidad del conocimiento y de las habilidades adquiridas para más adelante (visión de futuro), oportunidad de discusión, sentir el reto de un desafío ante el uso de equipos delicados y al mismo tiempo asumir responsabilidades,

¹ Adaptación de la Encuesta de cursos de capacitación docente de la Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires (2014).

etc. En contra partida no fue bien percibido el estudio autónomo que se pretendió realizaran los alumnos en equipo sobre temas nuevos (teoría del agua). A la pregunta abierta “¿Cuál fue la situación que le resultó menos provechosa y por qué?” aplican estas respuestas: “Los trabajos teóricos, porque no se discutieron en clase”, “la investigación teórica, no entendí mucho”.

4.2.2 Pregunta: Indique qué puntuación le merecen los siguientes ítems

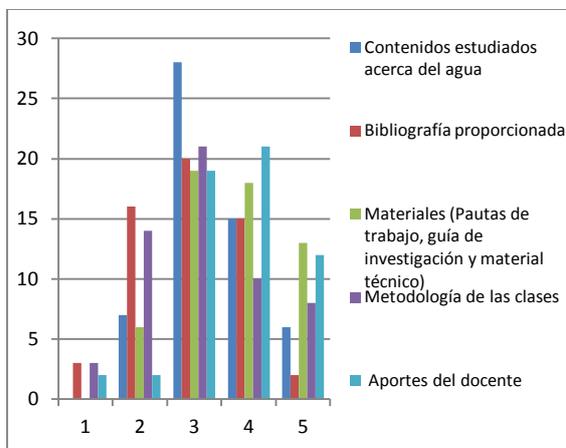


Figura N° 3 Puntuación diferentes ítems

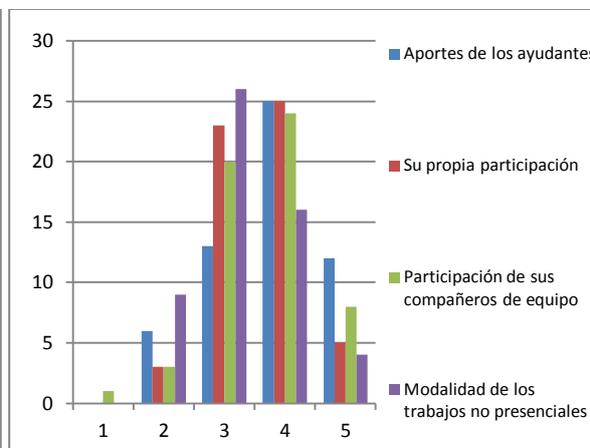


Figura N° 4 Puntuación diferentes ítems (continuación)

Los aportes del docente (profesores) son acciones insustituibles y muy valoradas por los estudiantes (mayoritariamente muy bueno 4 y excelente 5), como así también resultaron los documentos y materiales de estudio. A la pregunta abierta “¿Cuál fue la situación que le resultó más provechosa y por qué?” corresponde:

“Como estaba organizado el Proyecto, todo muy bien, en temas, fechas y con lo de Dropbox”.

Nuevamente notamos que resultó menos valorado el contenido teórico estudiado sobre el agua a través de la bibliografía proporcionada en las Guías de investigación.

El rol de acompañamiento y asistencia de los ayudantes, como así también la participación de sus compañeros de equipo se destacan como ítems muy valorados (muy bueno). Los estudiantes califican como buena (3) y muy buena (4) su propia participación, es decir son bastante críticos consigo mismo, sólo una minoría se calificó como excelente. A continuación se muestran algunos comentarios textuales que aplican a estos temas en respuesta a la pregunta abierta “¿Cuál fue la situación que le resultó más provechosa y por qué?”

“Cuando los ayudantes dieron las charlas porque explicaron varios conocimientos que se necesitaban”; “Las consultas, porque aclaraban dudas en poco tiempo”; “los ayudantes, aclaraban dudas concretas sobre los aparatos de laboratorio”; “las explicaciones por parte de los ayudantes (teóricas), fue donde más interés tuve y por lo tanto donde más aprendí”.

4.2.3 Pregunta: ¿En qué medida considera que esta actividad contribuyó al desarrollo de las competencias indicadas?

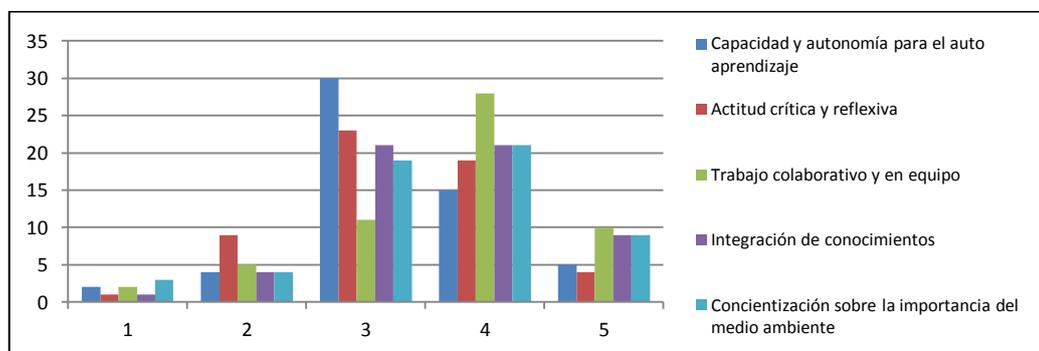


Figura N° 5 ¿En qué medida considera que esta actividad contribuyó al desarrollo de las competencias indicadas?

La mayoría de los estudiantes considera que este Proyecto contribuyó de un modo bueno y muy bueno (valoraciones 3 y 4) al conjunto de las competencias planteadas, diferenciándose levemente en mayor grado, en primer término, la competencia *trabajo colaborativo y en equipo*, y luego *integración de conocimientos* y *concientización sobre la importancia del medio ambiente*. Del

gráfico surge que las competencias *capacidad de autoaprendizaje* y *actitud crítica y reflexiva* no se perciben tan bien logradas (mayoritariamente calificación 3, bueno).

Respecto de la integración de conocimientos se destacan estos comentarios favorables relativos al Informe Final de Laboratorio:

“Ahí se aclararon dudas y entre todos llegamos a una misma conclusión”; *“nos dio la oportunidad de ponernos a discutir sobre los resultados y entenderlos”*; *“realizar el informe, me ayudó a aprender aunque nos llevó tiempo”*

De la encuesta surgen también las siguientes respuestas a la pregunta abierta *“¿Cuál fue la situación que le resultó menos provechosa y por qué?”* relativas al trabajo en el laboratorio que no aplican en forma directa a las preguntas anteriores e ilustran la percepción desfavorable de los estudiantes sobre algunos aspectos de organización del Proyecto:

“La espera para utilizar los equipos, perdí tiempo esperando sin trabajo para hacer”; *“la organización, me pareció mal organizadas las mediciones en el laboratorio”*; *“el turbidímetro, mide mal”*; *“ir todos los viernes, ya que en dos clases podíamos hacer todo junto”*; *“toma de muestra, porque solamente tuvimos que llenar una botella y no se enseñó otro método más complejo”*; *“espectrofotómetro, tuvimos que repetir la medición 3 veces”*; *“no trabajar con gente conocida, dificultades en la distribución de tareas”*; *“Hydrolab, utilizamos mal el instrumento y obtuvimos resultados erróneos”*.

Evidentemente la planificación de los turnos por equipo para asistir al Laboratorio es un tema a revisar y optimizar su distribución. De todas maneras cabe destacar que la necesidad de repetición de las determinaciones es una circunstancia que ocurre en el laboratorio por diferentes causas (técnicas, humanas, etc.). Algunos estudiantes la valoraron positivamente, como una oportunidad de discusión y revisión de lo actuado, mientras que otros, sólo contemplaron las demoras que acarrear. Esta característica de la poca capacidad de espera, baja tolerancia y rápida sensación de frustración es típica de la Generación Y.

4.3. Rubricas de estudiantes y profesores

Las Rubricas fueron los instrumentos elegidos para evaluar con mayor detalle, tanto profesores como estudiantes, las tres competencias planteadas: gestión de la información, aplicada especialmente a la Investigación teórica sobre el agua, trabajo en equipo desarrollado a lo largo de todo el cuatrimestre y la coherencia entre la toma de mediciones analíticas, la interpretación de resultados y la elaboración de conclusiones, denominada sintéticamente, competencia científica. Cada competencia de abrió, a su vez, en las capacidades que la conforman y en cada caso, se evaluó el grado de adquisición en una escala sintética: muy bien MB, bien B y regular R. Haciendo una comparación entre las evaluaciones del grado de adquisición de cada competencia por parte de estudiantes y de profesores, tenemos:

4.3.1 Competencia gestión de la información

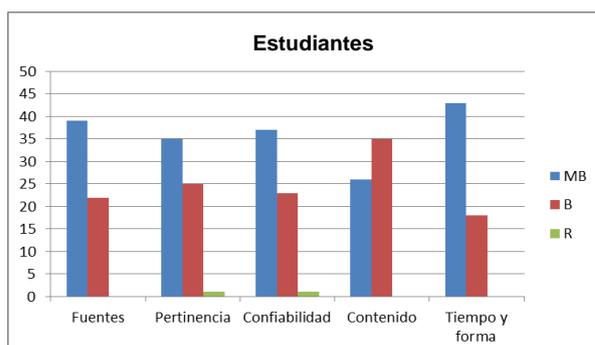


Figura N° 6 Gestión de la información. Estudiantes

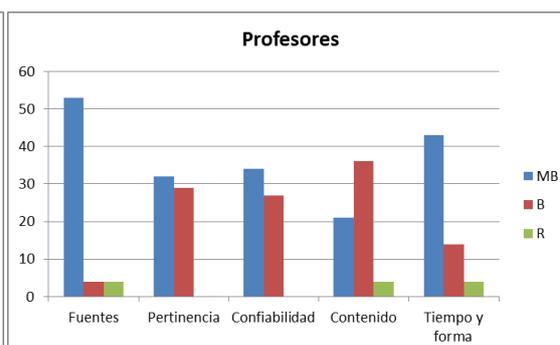


Figura N° 7 Gestión de la información. Profesores

En líneas generales, la apreciación del desarrollo de la competencia *Gestión de la Información* abierta en sus capacidades fue, en su mayoría, muy buena y similar entre estudiantes y profesores. En parte los resultados finales fueron muy buenos porque los documentos entregables se debieron corregir hasta ser aprobados. Sin embargo, en los estudiantes se evidencia una percepción más favorable de las capacidades involucradas que en los profesores. En ambos, surge una valoración más baja (mayoritariamente buena) respecto del *contenido*, calificando como no completo. Se corresponde con la dificultad ya explicada respecto de la investigación teórica sobre el tema agua que no logró el desarrollo deseado de la capacidad de la autonomía para aprender y la plena comprensión.

4.3.2 Competencia trabajo en equipo

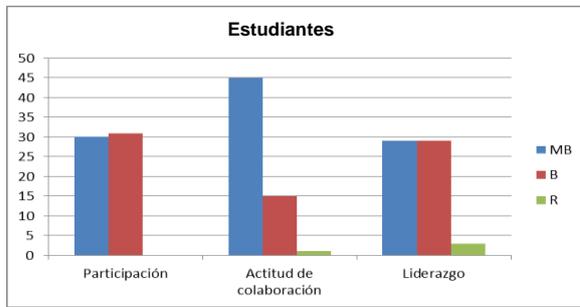


Figura N° 8 Trabajo en equipo. Estudiantes

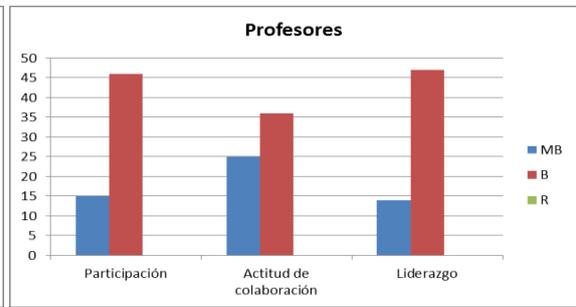


Figura N° 9 Trabajo en equipo. Profesores

Si bien los estudiantes están muy conformes con el *Trabajo en equipo*, especialmente con la *actitud de colaboración* puesta en juego, esta percepción es opuesta en los profesores, donde todas las capacidades son calificadas mayoritariamente sólo con bueno. En *participación* la mayoría intervino sólo a requerimiento, en la *actitud de colaboración*, en general se limitaron a aceptar el trabajo propuesto y en *liderazgo* participaron en la planificación y organización de la tarea y distribución. Es decir si bien trabajaron, se evidenció una falta de actitud proactiva y de iniciativa propia más allá del mínimo obligatorio por cumplir.

4.3.3 Competencia científica

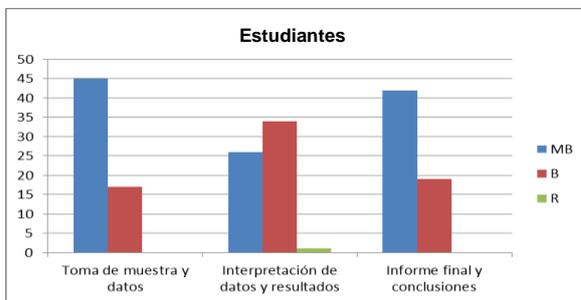


Figura N° 10 Competencia científica. Estudiantes

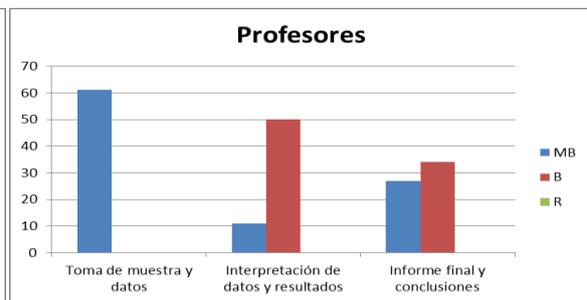


Figura N° 11 Competencia científica. Profesores

La capacidad *Toma de muestra y datos* tanto profesores como estudiantes coincidentemente la califican en su mayoría como muy buena. Esto refuerza lo ya expresado respecto de las mediciones en el laboratorio (muy valoradas) y algunas observaciones negativas por parte de los estudiantes respecto de los tiempos empleados, especialmente para la toma de muestra y en algún caso de mediciones. La capacidad *Interpretación de datos y resultados* fue en ambos casos evaluada mayoritariamente sólo como buena, es decir corresponde al “uso de vocabulario científico medianamente pero llega a buenas conclusiones”. Otra vez los estudiantes se sobreestiman en relación con la opinión de los profesores. Naturalmente la elaboración del *Informe Final y conclusiones* está directamente relacionada con la capacidad de *interpretación de datos y resultados*. Así queda de manifiesto en los profesores que brindan una apreciación mayoritariamente buena y en menor proporción muy buena respecto de Informe Final. En contraste, los estudiantes valoran principalmente como muy bueno su Informe Final, consideran que se alcanzaron satisfactoriamente las capacidades involucradas, uso del vocabulario correcto, coherencia entre conclusión y dato y análisis correcto y bien fundamentado. Esto muestra una diferencia importante frente a lo evaluado por los docentes y pone en evidencia una dificultad ya detectada respecto de la capacidad de análisis y sentido crítico lograda.

5- CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados en el Proyecto permiten confirmar lo siguiente:

1. Los procesos de enseñanza y de aprendizaje orientados al desarrollo de competencias son más complejos porque deben atender no sólo los resultados, sino fundamentalmente al desarrollo en sí mismo y conllevan por tanto un cambio importante del rol docente orientado al acompañamiento, guía y motivación. En este sentido los ayudantes, por su cercanía a los cursantes, desempeñaron un rol sumamente enriquecedor tanto en el diseño como en la implementación que es valorado positivamente por los estudiantes.
2. La adquisición de competencias se hace posible cuando los mismos estudiantes (incluidos los ayudantes) son conscientes de las nuevas capacidades, habilidades que adquieren e intereses que desarrollan y los aprecian porque identifican su aplicación actual y futura, es decir los conecta con la realidad actual y su proyección profesional.
3. La incorporación en forma incipiente de elementos de investigación en ingeniería desde el inicio de la carrera es una oportunidad para promover en los estudiantes el desarrollo de competencias profesionales genéricas, tales como capacidad y autonomía para el auto

aprendizaje, actitud crítica y reflexiva, trabajo colaborativo y en equipo, integración de conocimientos de distintas áreas y concientización sobre la importancia del cuidado del medio ambiente.

Del análisis de resultados del Proyecto Agua surgen oportunidades concretas de mejora, de actualización del Proyecto Agua para el nuevo curso de *Química II* y de expansión a otras asignaturas, tal como *Química I* a cargo de los mismos profesores. Asimismo, se espera que esta experiencia ayude a reflexionar a otros actores involucrados, en especial autoridades y profesores, sobre la necesidad de crear escenarios propicios para el desarrollo de las habilidades, actitudes y valores que de manera integrada, intencional y progresiva a lo largo de toda la carrera académica se orienten a la formación de profesionales de ingeniería competentes.

6. REFERENCIAS

- [1, 8, 9, 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 23/7/15)
- [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. Universidad de Granada, España.
- [3] Giordano-Lerena, Roberto; Cirimello, Sandra (2013). "Competencias en ingeniería y eficacia institucional". *Ingeniería Solidaria*, Vol. 9, No. 16.
- [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 (23/7/15)
- [5] Navarro, Rubén Edel (2004). "El concepto de enseñanza aprendizaje". *REDCientífica: Ciencia, Tecnología y Pensamiento*. Disponible en: <http://www.redcientifica.com/doc/doc200402170600.html> (23/7/15)
- [6] 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.
- [7] 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 (23/7/15)
- [10] Agudín Vázquez, Yolanda (2001). "Educación Basada en Competencias". *Educación, Revista de Educación Nueva Época*, N° 19.
- [11] Barberá, Óscar; Valdés, Pablo (1996). "El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias; una revisión". *Revista Enseñanza de las ciencias*, Vol. 14, N° 3. Disponible en: http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21466/93439%3Forigin%3Dpublication_detail (23/7/15)
- [12] Gil Pérez, Daniel *et al.* (2005). ¿Cómo promover el interés por una cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para jóvenes de 15 a 18 años. OREALC/UNESCO Santiago. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003s.pdf> (23/7/15)
- [13] DGCyE de la Pcia. de Bs As, Dirección de Formación Continua (2012) Guión Curso de capacitación "Introducción al Diseño Curricular de Química del Carbono".
- [14] 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. Disponible en: <http://contexto-educativo.com.ar/2000/7/nota-08.htm> (23/7/15).
- [15] Franichevich, Alberto; Marchiori, Eugenio (2010). *Conexión Intergeneracional*. Buenos Aires. 1era Edición. Temas Grupo Editorial. IAE Press. Buenos Aires.
- [16] Pinder-Grover, Teresia; Groscurth, Christopher (2009). "Principles for Teaching the Millennial Generation: Innovative Practices of University of Michigan". *Faculty Center for Research on Learning and Teaching at the University of Michigan* CRLT Occasional Paper No. 26. Disponible en: http://www.crlt.umich.edu/sites/default/files/resource_files/CRLT_no26.pdf (23/7/15).
- [17] Moya, María Angélica; Baumgartner, Erwin, Gemelli, María Eugenia; García, Beatriz; Pérez Otero, Diógenes; Vanella, Julieta.; Erra, Agustín; Badell, Nicolás; Cerdá, Agustín (2015). "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 (1ª etapa)". *COINI 2014: VII Congreso Argentino de Ingeniería Industrial*. Editor Cesar Bustelo *et al.* 1ª Edición. edUTecNe. Buenos Aires.
- [18] Amarante, Ana María (2013). *Enseñar, aprender y evaluar por competencias en la universidad*, Universidad Austral, Rectorado, Universidad Austral. Buenos Aires.