

Evolución de estrategias didácticas para la enseñanza de la química en un curso de primer año de ingeniería

Cecilia Inés Nora Morgade¹, Silvia Andrea Fuente², Marisa Julia Sandoval³, María Ester Mandolesi⁴, Rafael Omar Cura⁵

Resumen: Para que el alumno egresado de una carrera de ingeniería alcance un perfil profesional exitoso es necesario que durante los cinco años de su formación académica no solo reciba los contenidos conceptuales valorados contemporáneamente en la profesión sino también las herramientas para acceder a saberes actitudinales que le servirán a lo largo de su futura vida profesional. La Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de Ingeniería y el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina, entre otros, promueven el desarrollo de competencias genéricas y un enfoque formativo centrado en el aprendizaje del estudiante, que destaque el protagonismo de los alumnos en su proceso educativo. Este trabajo presenta las estrategias diseñadas, implementadas y evaluadas desde el año 2012 hasta la fecha en un curso de Química General perteneciente a las carreras de Ingeniería Civil, Eléctrica, Electrónica y Mecánica en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca (UTN-FRBB). La evaluación de las estrategias se realizó mediante el análisis de encuestas de percepción de cátedra involucrando tanto a los alumnos como a los docentes.

Palabras clave: química, aprendizaje activo, estrategias de aprendizaje, ingeniería.

¹ Profesora e investigadora. Doctora en Ciencia y Tecnología de los Materiales. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: cmorgade@frbb.utn.edu.ar

² Profesora e investigadora. Doctora en Ciencia y Tecnología de los Materiales. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: sfuente@uns.edu.ar

³ Profesora e investigadora. Doctora en Química. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: msandova@criba.edu.ar

⁴ Profesora e investigadora. Licenciada en Bioquímica. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: memandol@criba.edu.ar

⁵ Profesor e investigador. Magister en Educación. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: rocura@frbb.utn.edu.ar

Forma de citar: Morgade, C.I.N., Fuente, S.A., Sandoval, M.J., Mandolesi, M.E. y Cura R.O. (2019). Evolución de estrategias didácticas para la enseñanza de la química en un curso de primer año de ingeniería. *Revista Docencia Universitaria*, 20(1), 55-78

Recepción: diciembre 13 de 2018 - **Aceptación:** abril 10 de 2019

Evolution of didactics strategies for the teaching of chemistry in a first year of engineering course

Cecilia Inés Nora Morgade¹, Silvia Andrea Fuente², Marisa Julia Sandoval³, María Ester Mandolesi⁴, Rafael Omar Cura⁵

Abstract: For the graduate of an engineering career it is necessary that throughout the five years of his academic training he does not receive only the conceptual knowledge valued contemporarily in the profession. They must also be given the right tools to access attitudinal contents that will serve them throughout their future professional life. The present work presents the strategies developed from the year 2012 to date in a General Chemistry course belonging to the Civil Engineering, Electrical Engineering, Electronic Engineering and Mechanical Engineering. All of them are taught at the National Technological University, Bahía Blanca Regional School. The evaluation of the strategies was carried out through the analysis of professorship perception surveys, involving both the students and the teachers.

Keywords: chemistry, active learning, education strategies, engineering.

¹ Profesora e investigadora. Doctora en Ciencia y Tecnología de los Materiales. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: cmorgade@frbb.utn.edu.ar

² Profesora e investigadora. Doctora en Ciencia y Tecnología de los Materiales. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: sfuente@uns.edu.ar

³ Profesora e investigadora. Doctora en Química. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: msandova@criba.edu.ar

⁴ Profesora e investigadora. Licenciada en Bioquímica. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: memandol@criba.edu.ar

⁵ Profesor e investigador. Magister en Educación. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional. Bahía Blanca, República Argentina. Correo electrónico: rocura@frbb.utn.edu.ar

Introducción

La ingeniería, siempre en continuo desarrollo, hace que la tecnología y la sociedad evolucionen a un ritmo vertiginoso, dando lugar entre otros aspectos, a una notable mejora de la calidad de vida de la sociedad. Los profesionales que se forman en estos tiempos han de enfrentarse a desafíos nuevos.

Es de destacar, en este contexto, la importancia del abordaje de las metas señaladas para la adecuada continuidad y permanencia con calidad formativa de los estudiantes en las carreras tecnológicas. Al respecto, Laclaustra et al. (2009) señalan que,

La sociedad requiere profesores de Ingeniería –ante todo ciudadanos- formados para orientar a las nuevas generaciones de profesionales con criterios de desarrollo social, basados en el compromiso con el mejoramiento de las condiciones materiales de vida, la consideración con la protección del ambiente, el manejo escrupuloso de los recursos públicos y el respeto sin concesiones a los valores y principios que construyen capital social. (p. 46)

En este sentido, el ingeniero debe tener iniciativa, ser una persona dinámica con confianza en sí mismo y en este nuevo paradigma se prioriza el desarrollo de destrezas genéricas más allá de las específicas, aunque obviamente estas también deben estar presentes. El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la

República Argentina (CONFEDI) ha aprobado en 2006 las 10 Competencias de Egreso del Ingeniero Argentino y en 2013 la Asociación Iberoamericana para la Enseñanza de Ingeniería (ASIBEI) promulgó la Declaración de Valparaíso donde adopta estos principios como Competencias Genéricas del ingeniero iberoamericano.

Estas capacidades se encuentran estrechamente vinculadas con las características del perfil del ingeniero iberoamericano que ha propuesto ASIBEI para toda la región dentro de su Plan Estratégico 2013-2020. Sus principios comprenden:

La capacidad de autoaprendizaje y el compromiso con una formación continua, en especial con la aplicación e implementación de los avances tecnológicos.

La habilidad de analizar, modelar, experimentar y resolver problemas de diseño, de soluciones abiertas y de enfoque multidisciplinario.

El liderazgo y la competencia de comunicación oral y escrita, incluso en una segunda lengua, y la integración en grupos interdisciplinarios de trabajo.

La comprensión de la interacción entre ingeniería, desarrollo y sociedad, considerando áreas transversales como administración, finanzas y economía.

La fundamentación ética y el aprecio por los valores, la cultura y el arte.

La capacidad de utilizar eficientemente el creciente desarrollo de las telecomunicaciones y las herramientas informáticas. (ASIBEI,

2016, p. 38)

Asimismo, esta organización iberoamericana destaca que

La formación de los ingenieros en Iberoamérica debe garantizar que los egresados podrán ejercer su profesión con idoneidad y competencia en cualquier lugar del mundo y, desde luego, prioritariamente en cualquiera de los países de la región. Se distinguirá por ser un representante genuino de su cultura nacional y de los valores, tradiciones, historia e idioma que nos identifica. Al rigor académico de su educación debe agregarse el esfuerzo de las instituciones y programas de educación en ingeniería para fortalecer el conocimiento de los recursos, las expectativas y necesidades de la región iberoamericana. (ASIBEL, 2016, p. 37)

Por otra parte, las Ciencias Exactas y Naturales, particularmente Química, ocupan un lugar central en la formación de fundamento de las carreras científico-tecnológicas. La apropiación de saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales propios de estas áreas resultan esenciales para poder introducirse en los aprendizajes de tecnologías básicas y aplicadas de los ciclos superiores.

Este ciclo de formación inicial cumple un rol propedéutico fundamental en el desarrollo de las capacidades del perfil mencionado, destacándose la capacidad de comunicarse, de trabajar eficientemente en equipo, de comprender y resolver problemas básicos, de cumplir con responsabilidad y ética las tareas

cotidianas, ser emprendedor y tener una actitud proactiva proyectista. Ello se vincula estrechamente con el avance de la tecnología y del conocimiento y de allí la importancia de que el futuro profesional adquiera la capacidad para involucrarse en un aprendizaje de por vida.

Estas orientaciones y una metodología basada en el aprendizaje centrado en el estudiante han guiado el diseño, implementación y evaluación de las siguientes estrategias didácticas y su evolución a lo largo de los ciclos lectivos entre 2012 y 2019 en un curso cuatrimestral y homogeneizado de ingeniería en UTN-FRBB. Si bien las carreras de ingeniería dictadas en esta Facultad son Mecánica, Eléctrica, Electrónica y Civil, las estrategias que se detallan no involucraron a estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Cabe destacar que los docentes de química de UTN-FRBB tienen vasta experiencia en la implementación de estrategias didácticas desde actividades de aula hasta extraclases (Sandoval et al., 2013).

Las mismas han sido promovidas en su diseño y en el estudio de su impacto por los Proyectos de Investigación y Desarrollo (PID) “Formación Inicial en Ingenierías y LOI: tendencias de aprendizaje y mejoras formativas” (2010/2012 y 2013-2015), denominados FIIL I y FIIL II⁶. Actualmente el equipo docente viene participando de las actividades en el marco del PID

interfacultad “Formación Inicial en Ingenierías y carreras Tecnológicas” (UTNIFN3922) (Cura et al., 2015).

Del proyecto participan más de 40 docentes de las asignaturas de los primeros años de las Facultades Regionales de Avellaneda, Bahía Blanca y Chubut.

Sus objetivos generales son 1) Analizar las fortalezas y limitaciones de los procesos formativos en equipos colaborativos interfacultades en los primeros años de las carreras tecnológicas (cohorte 2015-2019) y 2) Evaluar la incidencia de experiencias didácticas entre equipos académicos en asignaturas semejantes de los primeros años.

El proyecto adopta el enfoque de una investigación socioeducativa de tipo mixto y las metas señaladas guardan planteos complementarios.

Del primer objetivo surge el Eje 1 de trabajo referido al “estudio de las tendencias formativas” que inicialmente es de tipo descriptivo, pero posteriormente se constituye en analítico causal, al buscar apreciar la relación de variables en los procesos formativos en las asignaturas (Arnal et al., 1992). También comprende características de estudio de cohorte y de tendencias porque comprende el

análisis del período comprendido entre los años 2016 y 2019.

Los docentes cuentan con formularios donde ordenan y procesan la información sobre los procesos formativos de los estudiantes y los docentes buscando apreciar reiteraciones o aspectos en común, es decir, tendencias en los aspectos analizados, de tipo constante, ascendente o descendente y estable u oscilante.

Varios trabajos presentó el equipo de Química UTN FRBB sobre el estudio de tendencias formativas en esta disciplina (Sandoval et al., 2016)

Del segundo objetivo surge el Eje 2 de trabajo, que se orienta al “desarrollo de mejoras didácticas y el análisis de su impacto formativo”. El enfoque de investigación que adopta es de cambio educativo y se focaliza en el planteo de “investigación acción” orientado al aprendizaje, por ello se lo denomina IAD (Investigación Acción Didáctico).

En este eje, las actividades se focalizan en incorporar mejoras en la organización de los contenidos, la metodología didáctica o en las estrategias evaluativas, principalmente como respuesta a las dificultades detectadas, y están orientadas desde un enfoque de aprendizaje integrador, motivador, problematizador y perdurable (Latorre, 2003).

En este marco, los equipos académicos efectúan sus estudios analizando periódicamente los avances y resultados

6 En este contexto, LOI corresponde a Licenciatura en Organización Industrial, FIIL I corresponde a Formación Inicial en Ingenierías y LOI período I (2010-2012), FIIL II corresponde a Formación Inicial en Ingenierías y LOI período II (2013-2015).

parciales en reuniones presenciales o virtuales a través de videoconferencia y también con el empleo de 12 aulas virtuales para intercambiar los formularios y las estrategias didácticas que se implementan en las asignaturas (Ferrando et al., 2017).

Las experiencias que se presentan en este estudio corresponden al segundo eje de trabajo, es decir al análisis de los resultados de mejoras didácticas incorporadas en los procesos formativos en los primeros años de las carreras tecnológicas en la Facultad, que ya han tenido avances (Morgade et al., 2017).

En este sentido, estudios sobre los años iniciales de formación de estas profesiones señalan que entre las dificultades específicas se encuentran: bajos niveles en saberes previos disciplinares y culturales, problemas de orientación vocacional, carencias respecto de la organización personal frente a los estudios universitarios, fuerte “extrañamiento” frente a los regímenes de cursado (especialmente en Ciencias Básicas), falta de hábitos de estudios y dispersión generalizada, poco empeño en procesos reflexivos y de abstracción, poca dedicación a la lectura, bajo nivel de análisis de conceptos, visión fragmentaria de la realidad, escasa ejercitación en la redacción de textos e informes, errores gramaticales y de ortografía, timidez o limitaciones para el debate, la participación y la expresión oral (principalmente en fundamentar), carencia de acostumbamiento a la toma de apuntes, bajo nivel de consultas

en clase y extraclase, dependencia de material fotocopiado, escasa ampliación de la información de los temas y poca consulta en biblioteca, falta de constancia ante las adversidades, bajo nivel de autonomía en decisiones y cierta omnipotencia en considerar que pueden cursar todas las asignaturas que los habilita el sistema (Cura et al., 2012).

Respecto de la comprensión global de los procesos de ingreso y permanencia, estudios sobre el tema, como el de Barbabella (2004), señala que las dificultades del “pasaje de nivel” de los estudiantes han puesto en primer plano la necesidad de aprender “el oficio del alumno”, y trae como referencia investigaciones realizadas desde hace dos décadas por estudiosos franceses sobre los roles a desempeñar por los estudiantes en cada nivel educativo y las funciones de las instituciones escolares.

Al respecto, el trabajo de Teobaldo (2002) caracteriza el proceso de socialización universitaria como un período que supone el pasaje por tres etapas:

a) El tiempo del extrañamiento, que implica para el estudiante el ingreso a un universo institucional desconocido.

b) El tiempo del aprendizaje, en el que se desarrollan procesos de adaptación progresiva a las nuevas reglas institucionales; y finalmente.

c) El tiempo de la afiliación, que comprende el dominio de las nuevas reglas del sistema, con lo que el

estudiante se vuelve “nativo” del nivel y la institución a la que adscribe.

Metodología

La metodología adoptada se basa en el enfoque del aprendizaje significativo y centrado en el estudiante, que destaca su rol protagónico en el desarrollo del proceso formativo.

Siguiendo a Lea, Stephenson y Troy, citados por Cukierman (2018), las características de este enfoque implican:

La sujeción a un aprendizaje más activo que pasivo, un énfasis en el aprendizaje profundo y la comprensión, un incremento en la responsabilidad del estudiante, un incremento en el sentido de la autonomía del estudiante, una interdependencia entre el profesor y el estudiante, respeto mutuo en el marco de la relación estudiante-profesor, y un abordaje reflexivo al proceso de enseñanza y aprendizaje tanto del profesor como del estudiante. (Cukierman, 2018, pp. 29-30)

El ACE implica una organización de los procesos formativos para que los estudiantes sean protagonistas y descubridores de sus aprendizajes, desde un interés y motivación que es promovido en las carreras, cátedras e instituciones formadoras, promoviendo prácticas activas de educación. Esta impronta exige que la organización curricular y la programación formativa se focalicen en experiencias que articulan los saberes conceptuales, de habilidades y actitudinales junto a

metodologías activas donde alumnos y profesores interactúan en relación a la profesión de modo continuo y creciente en complejidad.

También resulta necesario que la docencia reconsidere su rol como formador y no como expositor o administrador de conocimientos. En este sentido, el estudiante activo reclama un docente que guía, orienta, problematiza, brinda conocimientos y ayuda, y es un gran evaluador del proceso formativo.

De allí, que las experiencias diseñadas por este equipo tienen como objetivos principales reforzar aquellas estrategias que en la formación del futuro ingeniero le permitan desarrollar la capacidad de análisis, de comunicación oral y escrita, de selección de información y sobre todo, de resolución de problemas de una manera ingeniosa y creativa. Ello pretende favorecer el desarrollo en los estudiantes la capacidad de autoaprendizaje, proactividad y resiliencia.

El lenguaje específico de la Química como ciencia, sus procesos de producción y sus métodos constituyen una herramienta que el estudiante necesita aprender a incorporar para acceder a saberes que les permitan ir construyendo una “cultura científica y profesional básica”.

Por este motivo es que es importante direccionar la enseñanza de la química hacia una mejor comprensión de los modos de producción del conocimiento científico y su sistematización favore-

ciendo la posibilidad de desarrollar en los jóvenes capacidades que los ayuden a interpretar fenómenos químicos cotidianos utilizando modelos progresivamente más cercanos a los consensuados por la comunidad científica.

Para que estas expectativas se concreten, la enseñanza de la química debe fortalecer un aprendizaje en contexto, que favorezca la interpretación histórica de la evolución de los conocimientos propios de la ciencia y las interacciones entre esta, la tecnología y la sociedad. Es necesario promover el diseño de estrategias personales de aprendizaje para resolver situaciones problemáticas y discriminar entre información científica y de divulgación utilizando criterios fundados en cuestiones científicas y tecnológicas básicas.

Las estrategias de enseñanza que intenten establecer puentes que posibiliten esas competencias deben promover el pensamiento reflexivo, crítico y creador, lo que favorecerá la adquisición de habilidades cognitivas y la apropiación de capacidades analíticas y de resolución de problemas. El tratamiento de los contenidos específicos de la química deben permitir la interpretación de los fenómenos naturales y provocados por el hombre, contribuyendo a superar la disociación que suele darse entre la química en el aula y la realidad cotidiana.

Sin embargo, dicha superación, así como la comprensión de teorías y modelos, no se producen fácilmente

ni de una sola vez. Teniendo en cuenta este aspecto, la enseñanza de la química, al igual que la de las demás ciencias naturales, debe centrarse en determinados conceptos estructurantes, no solo conceptuales sino también procedimentales, aquellos cuya construcción transforma el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera y transformar incluso los conocimientos anteriores. Es por ello que se propone una secuencia de enseñanza en espiral, volviendo sobre los conceptos cada vez que sea posible y/o necesario, aumentando el nivel de complejidad, análisis y profundización de los mismos.

A continuación se detallan las distintas estrategias diseñadas e implementadas a lo largo de seis años de trabajo docente en dos cursos de química general para ingeniería en UTN-FRBB. Estas fueron desarrolladas como parte de un proyecto de investigación denominado: La formación inicial en ingenierías: tendencias y mejoras en los aprendizajes.

Cabe aclarar que la evaluación de las estrategias implementadas fue realizada a través de encuestas de percepción de cátedra, abiertas a docentes y alumnos involucrados, una vez finalizada la implementación de la misma. Se les consultaba a los alumnos en particular si la estrategia implementada mejoraba la calidad de comprensión y de fijación de los conceptos desarrollados y que compararan la experiencia en particular con una clase de otro contenido

desarrollada en forma tradicional de tipo expositiva. Se les solicitaba a los estudiantes una calificación cualitativa acerca de la motivación, claridad, sensación placer/displacer con respecto a la modalidad y a los contenidos desarrollados. A los docentes se les consultaba sobre la apreciación del clima áulico, la participación de los alumnos y la capacidad de interrelación conceptual y profundidad percibida. También se cuestionaba al docente acerca de la propia motivación y del tiempo y trabajo personal requerido para la implementación de la estrategia en estudio. Además, se utilizaron como fuente de información cualitativa las encuestas obligatorias de alumnos y docentes que se implementan institucionalmente a través del aula virtual al finalizar cada cursado.

1. Evaluación diagnóstica para la enseñanza de la química universitaria en el marco de carreras no químicas. ¿Desde dónde partir?

La verdadera evaluación diagnóstica (ED) exige el conocimiento en detalle del estudiante, protagonista principal del proceso, con el propósito de adecuar la actividad del docente (métodos, técnicas, motivación), el diseño pedagógico (objetivos, actividades, sistema de enseñanza) y el nivel de exigencia. Cabe destacar que en el nivel universitario no es habitual este tipo de evaluación.

En las ED se indagó acerca de los aspectos sociales como origen de procedencia, constitución familiar, fuentes de sostén económico,

sociabilidad y contención afectiva, disponibilidad horaria y hábitos de estudio; saberes conceptuales que hacen a esta disciplina formativa y nociones básicas que todo estudiante debería haber acreditado en su pasaje por la educación secundaria, necesarios para enfrentar una carrera tecnológica. No solo se pretende garantizar una formación de calidad desde el inicio, sino acompañar al estudiante para que logre sortear las dificultades que se le presenten en su recorrido formativo, con el fin de consolidar la permanencia y graduación (Lagger et al, 2008). En la ED se consideraron contenidos que debieron haber sido adquiridos en el nivel secundario como: estructura atómica, cambios físicos y químicos, molécula, masa atómica relativa, masa molar y sistema de unidades.

La misma se realizó con el soporte del Aula Virtual de la FRBB en forma digital antes del inicio del ciclo lectivo, con el firme propósito de verificar el nivel de preparación o las herramientas que acreditaba el estudiante para enfrentarse a los objetivos que el docente pretende que se alcancen.

A partir de los datos recabados se reorganiza la planificación áulica para adaptar los contenidos a desarrollar reforzando con actividades en aula virtual como presentaciones teóricas tipo *Power Point* y videos complementarios.

2. Problema disparador

Actualmente es todo un desafío lograr un aprendizaje activo y problematizador.

El objetivo fundamental de esta propuesta consistió en mejorar la eficacia del acto de aprender sobre la base de mejorar el acto de enseñar. De hecho, contribuyó a la motivación y construcción de significatividad de los contenidos propios de la química en los alumnos de Ingeniería de primer año, estimulando la pregunta y la reflexión. La propuesta se presentó al inicio del cursado de la asignatura Química General para ser trabajadas en grupos reducidos de estudiantes a lo largo de la cursada. Los problemas presentados implicaron la selección de un material en particular, con determinadas características para cierta obra de ingeniería, buscando un acercamiento lo más posible a la realidad. Los docentes actuaron de guías, puesto que se los acompañó para identificar los contenidos que necesitaban aprender. Durante el transcurso del ciclo lectivo se les iba solicitando a diferentes tiempos, el aporte de soluciones con las correspondientes fundamentaciones a sus repuestas, conforme se iban desarrollando los temas del programa de la materia. A modo de corrección, se les presentaban nuevas preguntas con el objetivo de descubrir aspectos no considerados en sus producciones vinculadas a los nuevos contenidos por darse en lo que restaba del ciclo lectivo. Mientras se sucedían los acontecimientos descriptos se iban exponiendo las diferentes unidades previstas en el programa y era el propio estudiante el que tenía que vislumbrar la importancia del contenido dado por el docente y que aplicara en la resolución del caso

planteado. Con cada tema a desarrollar se trataba de establecer conexiones con los problemas propuestos. Al finalizar el cuatrimestre se evaluaron las respuestas presentadas por los diferentes grupos valorando el proceso, las justificaciones fundamentadas en aportes teóricos vistos en clase o investigados, el trabajo grupal y colaborativo y la producción escrita.

En los temas Materiales en la Ingeniería y Baterías ácidas (Morgade, et al., 2014) se halló un punto de encuentro y de aplicación de diferentes contenidos de la asignatura, junto a la posibilidad de trabajar la problemática desde la riqueza del trabajo grupal cooperativo, la ejercitación del debate crítico y la lectoescritura.

Como ejemplo de los problemas presentados en el tema Materiales en la Ingeniería se pueden citar:

a) Siendo el aluminio un metal dúctil con baja resistencia a la tensión y poca dureza ¿Por qué cree que su óxido (Al_2O_3 , alúmina) es extremadamente fuerte, duro y frágil?

b) Se sabe que el acero inoxidable es una aleación resistente a la corrosión debido a que contiene grandes cantidades de cromo. ¿Cómo explica esa protección de la corrosión del cromo? ¿Pueden utilizarse otros dopantes? ¿Qué aspectos básicos habría que considerar?

c) Una determinada aplicación necesita un material que debe ser muy duro y resistente a la corrosión a temperaturas y presión ambientales. También sería

propicio que fuera resistente a impactos. Sugiera, fundamentando su elección, un material con esa característica o propiedad.

d) ¿Qué tipo de material utilizaría para fabricar un casco deportivo? Justifique su elección.

Con respecto al tema Baterías ácidas se menciona:

Ud. ha sido contratado por una empresa naviera para hacerse cargo de la provisión de energía de los buques en alta mar

a) ¿Qué fuentes de energía elegiría, como monitorearía su rendimiento, eficacia y tiempo de vida útil?

b) ¿Cómo solucionarían los problemas de recarga y alargarían la vida útil y eficiencia de los equipos generadores?

3. El laboratorio como disparador de aprendizajes teóricos problematizados.

La experimentación ha sido una propuesta que busca ser motivante y fomentadora de la creatividad (Bordas y Cabrera, 2001; Rojas Arce, 1985). La misma se basó en la utilización de una experiencia de laboratorio planteada como situación problema con fines didácticos y disparador antes del dictado de los contenidos propios de la unidad. Se intentó favorecer el análisis de resultados por parte de los estudiantes, abolir la estructura tipo receta de las prácticas; y la elaboración y puesta en común de un informe final, en el cual debía especificarse claramente el problema

planteado, las hipótesis emitidas, las variables tenidas en cuenta, el diseño experimental a realizar o realizado, los resultados obtenidos y las conclusiones. En grupos de trabajo, los estudiantes debían formularse hipótesis para responder a cuestionamientos referidos al proceso observado, discutiendo y fundamentando bibliográficamente. Asimismo, expresarse por escrito de manera adecuada deliberando sobre el contenido de las producciones subrayadas y de su calidad expresiva.

4. Planificación a partir de contenidos integradores.

En el nivel universitario se presenta una fuerte impronta de enseñanza tradicional y disciplinar. Por otro lado, la enseñanza constructivista trata de fundamentarse tanto en los procesos psicológicos de los alumnos como en la red conceptual de las disciplinas, es decir, de lograr tanto una significatividad lógica como una significatividad psicológica. Esta doble significatividad no sería suficiente si el estudiante no estuviera motivado para aprender, estableciendo relaciones entre los nuevos conocimientos y los previos (Morgade et al., 2015).

Cuando el educando entiende las bases del fenómeno químico que están relacionadas con la solución del problema planteado, seguramente podrá dar significado más profundo a lo aprendido y, por lo tanto, apropiarse de dicho conocimiento en una modalidad más efectiva, que le permita una adecuada transposición a otras situaciones

problemas mucho más eficientemente que si lo aprende aislado, como simple contenido. En la estructura cognitiva del sujeto, no todos los conceptos tienen la misma importancia, variando desde los más inclusivos hasta los más subordinados. La reestructuración de esta estructura se produce en la interacción de la información nueva y la que ya posee el sujeto. La instrucción formal es la encargada de ayudar a los alumnos a movilizar los conocimientos pertinentes en cada caso y conectar con ellos los nuevos aprendizajes (Pozo Municio y Gómez Crespo, 1998).

Es posible elegir para cada unidad temática un problema que permita jerarquizar contenidos pero de una forma integradora y motivadora. Es posible elegir para cada unidad temática un problema que permita jerarquizar contenidos pero de una forma integradora y motivadora.

A partir de estas consideraciones se planteó una estrategia que consistió en reorganizar la planificación alrededor de situaciones cotidianas o propias de procesos industriales, problematizadas en cuanto a la búsqueda de explicaciones: por ejemplo, para la unidad que incluye los contenidos de estructura de la materia, uniones químicas, uniones intermoleculares y estados de agregación pueden utilizarse problemas donde se investigue por qué el pan se seca, la mantequilla o grasas se rancian, el papel se vuelve amarillento, el caucho se vuelve quebradizo, el hierro se oxida, el cobre se cubre de pátina, las

rocas se erosionan, la arcilla se vuelve roca, las baterías de los celulares se agotan, entre otras. Esta dinámica se llevó a cabo en cada unidad, pensando hipótesis y conceptos bajo la luz de las nuevas investigaciones y conceptos aprehendidos.

Se plantearon a los estudiantes, al inicio del cuatrimestre, las situaciones problema y se les solicitó que brinden, antes que el docente desarrolle los contenidos conceptuales relacionados, desde su saber previo una posible explicación al problema proyectado. El objetivo era que a partir de las posibles soluciones presentadas, se generaran en cada clase discusiones que permitieran desarrollar los contenidos propios de la química para refutar o validar las respuestas aportadas por los estudiantes, y de esta manera atraer la atención de los mismos.

Antes del desarrollo de cada unidad se seleccionaron los problemas que se cree pueden aportar o acercar a los contenidos más apropiados de la unidad teórica a trabajar y se desarrollaron los contenidos conceptuales junto a los alumnos y sus aportes, en el marco del trabajo del error.

Esta dinámica se repitió en cada unidad, repensando hipótesis y conceptos bajo la luz de los nuevos saberes. La idea es generar discusión y participación para que los nuevos contenidos a aprender resulten lo más significativos posibles, visualizando a la química desde el concepto de potencial

químico o tendencia al cambio.

Al finalizar el cuatrimestre se les solicitó a los educandos que elaboren en forma grupal un informe escrito y una presentación virtual para la defensa oral, con una explicación desde la química, de alguno de los problemas planteados durante el cursado de la signatura. Esto se aplicó o se llevó a cabo con la finalidad de estimular el trabajo colaborativo, considerado una habilidad a aprender indispensable para el futuro profesional, así como el entrenamiento en habilidades de exposición tanto escritas como orales.

5. Lectura comprensiva, comunicación del saber, resolución de problemas y habilidades relacionadas.

El objetivo prioritario es apuntar a la adquisición y desarrollo de la competencia comunicativa necesaria para participar consciente y activamente en la vida académica universitaria (Teberosky Coronado, 2007). Esta realidad le demanda al estudiante lectura y escritura de textos de modo permanente. La capacidad para comprender y producir enunciados adecuados a intenciones diversas de comunicación en contextos comunicativos diversos es lo que se conoce como competencia comunicativa. Dado que las destrezas para procesar la información y comprender la lectura se sustentan en procesos cognitivos y metacognitivos, se espera que los estudiantes logren desarrollar estrategias cognitivas y metacognitivas para asegurar la efectividad del procesamiento de la

información contenida en el texto.

Para ello se eligió el tema Gases y fue presentado en forma de texto universitario, el cual desarrolla el tema claramente, en lugar de dictar una clase expositiva como tradicionalmente se hace. Para guiarlos en la lectura se fueron presentando diferentes situaciones problemáticas que solo podían resolverse si la lectura había sido comprensiva.

A modo de ejemplo se transcribe una de las situaciones problema presentada:

Se han modificado algunas flotas de vehículos para utilizar como combustible gas natural, que está formado principalmente por metano (CH_4). La combustión puede controlarse para que se obtengan CO_2 y H_2O con una cantidad mínima de productos contaminantes (CO y óxidos de nitrógeno). La mezcla ideal aire-combustible utiliza CH_4 y O_2 (¿de dónde procede el O_2 ?) en proporciones estequiométricas. ¿Qué volumen de aire, medido a 22°C y 745 mmHg se necesita para la combustión completa de 1.00 L de CH_4 (g) comprimido a 22°C y 3.55 atm ?

Nota: el aire contiene 20.95% en volumen de O_2 (g).

a) Escribir la ecuación química para la combustión completa.

b) Determinar el volumen de O_2 (g) que se consume en la combustión.

c) Determinar el volumen de aire necesario.

Como complemento, se les presentó a los estudiantes una experiencia aula taller del tema a tratar donde debían deducir, a partir de la discusión guiada, una serie de estrategias fundamentadas en conceptos teóricos que estaban presentes en el material de trabajo para resolver un problema cuantitativo integrador. Entre las estrategias pautadas para procesar la información y comprender la lectura se cita:

a) de planificación del proceso de comprender. Se parte de un objetivo y de lo que el lector ya sabe sobre el tema así como lo que desea saber.

b) de regulación. El lector va supervisando el proceso para comprobar en qué medida se van cumpliendo los planes propuestos.

c) de evaluación de la ejecución del procesamiento de la información.

Al finalizar el trabajo de lectura, resolución de problemas y realización de la experiencia de laboratorio integradora, los estudiantes deben escribir un informe completo donde figuren resumen, fundamentación, materiales y método, resultados, discusión y bibliografía, de forma tal que se evidencie y resuma todo el trabajo de comprensión en un trabajo de producción de un informe de experiencia de laboratorio.

6. Fijación y andamiaje de los contenidos.

La idea subyacente es formar parte activa en el proceso de revisión del aprendizaje que el educando realiza

durante el cursado y no solo en las instancias de parciales y finales, esto es la implementación efectiva y real de una evaluación continua en la universidad. El planteo amerita buscar la forma de que el docente intervenga para contribuir a que el estudiante estructure sus conceptos. La intervención puede ser mediante la formulación de preguntas, la atención particular a la expresión de ideas y modos en que describe fenómenos y ofrece explicaciones y, en la colaboración de la jerarquización y concientización de los conceptos inclusores.

La estrategia consistió en realizar preguntas cortas y escritas al inicio de cada clase teórica correspondientes al tema anterior a estudiantes en grupos de a dos, con bibliografía disponible. Estas preguntas en general fueron pos-preguntas que intentan alentar a que el alumno se esfuerce en ir más allá del contenido literal (aprendizaje incidental), de manera de cumplir funciones de repaso, o de interrogación y construcción. Por ejemplo, después de desarrollar el concepto de uniones intermoleculares se interroga a los estudiantes para generar debate en grupos: ¿Qué sucede si un lago en el cual viven patos es fuertemente contaminado con detergentes?, asimismo para el tema el tema solubilidad y gases, ¿por qué en ciertas circunstancias los peces se ahogan en el agua?, ¿es esto posible? Cuando el tema del día lo merecía se adicionaba alguna pre-pregunta, con la intención de que el alumno aprendiera la información a la que hace referencia (aprendizaje intencional), por lo que su función

esencial la de focalizar la atención sobre aspectos específicos con el objeto de vincular los conceptos dados con los nuevos. Como ejemplo, preguntar a los estudiantes, ¿Cómo se produce la electricidad? ¿Es posible generarla químicamente? ¿Qué tienen en común la generación química de la electricidad con la oxidación de una reja de hierro? La idea de estos cuestionamientos era que los mismos sirvieran de repaso para sustentar las bases de los nuevos contenidos a desarrollar y de toma de consciencia de los conceptos inclusores y la jerarquización de los mismos. En la corrección de las preguntas, entregada en la clase siguiente, se prestó especial atención no solo al contenido sino también a la calidad de la expresión escrita ya que de ella se desprendieron dudas, errores y conceptos no claros sobre los que se evidenció la necesidad de trabajarlos.

La estrategia se complementó desde la plataforma del aula virtual, mediante la resolución de situaciones problemáticas sencillas relacionadas con cada uno de los objetivos en desarrollo. Estos cuestionarios que el estudiante realizaba fuera de clase eran obligatorios, y constaban de un grupo de preguntas aleatorias, con tiempo de resolución acotado y corrección automática. El sistema fue ideado para que el alumno realizara el proceso de evaluación de manera autónoma, sin embargo, se llevó a cabo un seguimiento de las dificultades puntuales y recurrentes, realizando devoluciones personalizadas. Si bien los resultados adversos no afectaron la

calificación ni el estatus de cursado del estudiante, se otorgó una compensación positiva a aquellos que superaron el 50% de aciertos. La misma consistió en un premio de un punto más en la nota final de aprobado de la materia.

Al finalizar el cuatrimestre se llevó a cabo una encuesta para obtener información sobre los hábitos de estudio, fijación y manejo del tiempo de los estudiantes.

7. Aprendizaje con mapas conceptuales.

La incorporación de mapas conceptuales en las actividades de aprendizaje busca favorecer la fijación de conceptos y el desarrollo de evaluaciones a libro abierto.

La formación universitaria tiene como principal particularidad su carácter netamente profesionalizador. En ese sentido, como parte de un proceso de formación de un profesional idóneo, competente y adaptado a la época, se viene trabajando en la optimización de los procesos de enseñanza y de aprendizaje incorporando estrategias como el aprendizaje basado en problemas (Sandoval et al., 2013) y otras metodologías didácticas participativas y problematizadoras.

Como parte de ese proceso formativo se estudió durante el año 2016 el efecto de situaciones preexamen, preparatorias del tipo simulacro de evaluación, y de talleres de debate y discusión de situaciones problematizadas con la

intención de que el alumno llegara a las instancias de evaluación con las mejores herramientas cognitivas, se propuso la implementación y el entrenamiento en el desarrollo de mapas conceptuales al finalizar cada clase teórica. Considerando al mapa conceptual como un proceso activo, no una simple memorización, de la representación gráfica del conocimiento, una red de conceptos, donde el estudiante se entrena relacionando y jugando con los conceptos, asimilando y reteniendo los contenidos. La estrategia se fundamentó en la necesidad de preparar a los estudiantes para sortear con éxito las evaluaciones finales a libro abierto.

Se dictaron las clases teóricas de manera dialogada con presentaciones tipo *Power Point*, tiza y pizarrón y pequeñas experiencias disparadoras. Al finalizar cada clase se resumieron, en no más de 15-20 minutos, los contenidos desarrollados a través de la elaboración conjunta entre alumnos y docentes de un mapa conceptual. Esta secuencia se realizó cada clase con todos los temas que se desarrollaron según el programa académico. Los temas fueron: estructura atómica y molecular, uniones químicas, cantidad de materia, estequiometría, tabla periódica, estados sólido, líquido y gaseoso, disoluciones, cinética química, equilibrio químico, electroquímica y termoquímica. Como ejemplo: se les solicitó que desarrollen un mapa conceptual que involucre sumativamente los conceptos, átomo, moléculas, uniones, procesos electroquímicos, equilibrio químico y energía. Con

el transcurrir del ciclo lectivo, se fue disminuyendo la participación del docente e incrementando la del estudiante en la construcción del mapa correspondiente, con la finalidad que él mismo fuera el protagonista pleno de las relaciones establecidas entre los conceptos (von Glasersfeld, 1988).

Siendo la evaluación parte indisociable del proceso, fue sujeta a modificación y estudio. Se encontró en la realización de la práctica: evaluación a libro abierto, una herramienta adecuada y altamente superadora a la evaluación a libro cerrado tradicional. Sin embargo, a través de una investigación llevada a cabo sobre los resultados de las modificaciones implementadas se desprende la fuerte necesidad de formar a los estudiantes en estrategias que permitan transitar con éxito esta modalidad evaluativa.

Al inicio de cada clase se tomaron, en grupos de discusión, tres pequeños problemas referidos a los contenidos de clases anteriores. Por otro lado, previo a cada instancia evaluativa formal a libro abierto se implementó la modalidad aula taller presentando problemas integradores a resolver en grupos de trabajo y debate donde el docente actuó esclareciendo situaciones y guiando en el desarrollo de los heurísticos necesarios.

8. Iniciación a la investigación desde el inicio de la formación del futuro ingeniero.

La investigación científica es la actividad que permite obtener

conocimientos objetivos, sistemáticos, claros, organizados y verificables. Se trata de una experiencia creativa donde no pueden excluirse la intuición ni la subjetividad (Zapatero Campos, 2010).

Participar de procesos de investigación en el aula desmitifica a la ciencia como absoluta, autoritaria, o dogmática. Todas las ideas, hipótesis, teorías son afortunadamente pasibles de ser revisadas y modificadas.

Esta estrategia representa una primera aproximación a una actividad de racionalización de las prácticas investigativas para fomentar el desarrollo intelectual individual y colectivo y contribuir al logro del perfil profesional competente y exitoso. La misma consistió en el planteamiento de una situación concreta de un proceso físico-químico sencillo que involucrara para su posible explicación o resolución la integración de contenidos conceptuales vistos en el desarrollo de la asignatura. Se adjudicaba un puntaje extra, en la nota del parcial más próximo, a los estudiantes que lograran resolver la problemática expuesta de la manera más favorable. La resolución ameritaba llevarse a cabo en un tiempo acotado, utilizando herramientas teóricas disciplinares y el método científico. Se pretendió dar especial valor a la interrelación e integración de contenidos.

Concretamente, se empleó una clase de laboratorio-taller para la iniciación en el método científico. Algunos ejemplos de situaciones problemáticas podrían ser

explicar: ¿por qué puede visualizarse el llamado “arco iris” al mezclar colorantes acuosos en leche entera y agregando detergente?, o ¿cómo fundamentan el funcionamiento de un motor de explosión interna?, o ¿cuál es el fundamento para que un clavo de hierro expuesto a una solución de cobre adquiera un color rojizo?, ¿qué efectos producen las curvaturas en una cañería que transporta un líquido coloreado y cuáles podrían ser las posibles explicaciones?

El objetivo de esta actividad fue enseñar a observar y a postular y validar hipótesis. Por otro lado a estimular y revalorizar el trabajo en equipo y la actitud consciente y activa en el propio aprendizaje de la ciencia como proceso dinámico, activo y creativo (Morgade et al., 2016).

Resultados y análisis

Cabe aclarar que la evaluación de las estrategias se realizó principalmente mediante el análisis de encuestas de percepción de cátedra abiertas involucrando tanto a los alumnos como a los docentes. Del análisis de las mismas se desprenden los siguientes resultados cualitativos:

1. La realización de la evaluación diagnóstica al inicio del cursado demostró ser una herramienta valiosa, ya que brindó a los docentes un diagnóstico académico y social, no solo para conocer el punto de partida conceptual del grupo, sino, fundamentalmente, para la visualización de un primer perfil social que manifestó información importante

que permitió anticipar la detección de los alumnos más vulnerables, por ejemplo a la deserción. Por otra parte dicho diagnóstico permitió a los docentes tomar consciencia y comprender de un modo más claro cómo el ambiente emocional repercute en el aprendizaje y reflexionar sobre la responsabilidad de su actuación como docente generador de un ambiente que permita la existencia enriquecedora e integradora de diferentes formas de aprendizaje.

La información brindada por el diagnóstico inicial se complementó con un diagnóstico a mitad del cursado y otro al finalizar el mismo permitiendo de esta manera al docente repensar las prácticas puestas en juego y aprender del proceso.

Para los estudiantes, sin embargo, esta estrategia tan enriquecedora para el docente, significó solo un trámite que no fue valorado en demasía, posiblemente sea porque desde el primer momento se les informó que no era vinculante a la calificación del cursado.

2. Estrategias como el problema disparador, si bien fueron recibidas con mucha aceptación en Congresos en el área de educación y fueron llevadas a cabo con gran expectativa, solo lograron estimular el interés de un porcentaje menor de estudiantes y no mostraron el resultado deseado. La mayoría de los alumnos no lograron ver la potencialidad de la estrategia y vivieron ese momento como una sobrecarga. Posiblemente la mayor parte de los estudiantes estaba intentando adaptarse a la vida y ritmo

universitario y no estaban habituados a un aprendizaje tan activo y personal. Se observó en el alumno la necesidad de un docente guía y que les angustiaba la responsabilidad de autogestionar en parte su aprendizaje.

3. El laboratorio como disparador de aprendizajes teóricos problematizados fue una experiencia muy laboriosa en su implementación, ya que demandó no solo tiempo de preparación por parte del docente, sino también considerable tiempo áulico, siendo el mismo un insumo escaso. A pesar de ello, esta experiencia fue altamente enriquecedora, ya que generó en los estudiantes una actitud positiva al modificar su forma de accionar frente al conocimiento. Asimismo, se considera que es una estrategia que amerita ser repensada y actualizada con el objetivo de utilizar toda la riqueza potencial de la experiencia. Los alumnos opinaron que se favorecía un clima de confianza que les permitía libertad de movimiento, de consulta y hasta un espacio lúdico diferente al aula tradicional.

4. Con respecto a la actividad de planificación a partir de contenidos integradores, se obtuvo un nivel de motivación en los alumnos que mereció continuar en esa línea al diseñar el currículo. Si bien la implicancia emocional con un contenido conceptual y el trabajo fundamentado y activo con el error son herramientas poderosas para un aprendizaje sólido, el trabajo del docente con grupos numerosos se dificulta e implica un compromiso difícil

de sostener si el docente tiene a cargo muchos cursos en un mismo cuatrimestre. Por otro lado, el tiempo insumido en cada unidad temática desarrollada con esta estrategia también limita la calidad del desarrollo del currículo. Los estudiantes consideraron interesantes los momentos de integración y manifestaban mejores capacidades de retención.

5. La estrategia: lectura comprensiva, comunicación del saber, resolución de problemas y aprendizaje significativo, habilidades relacionadas, resultó muy productiva ya que favoreció a que los estudiantes se familiarizaran en el desarrollo de las habilidades indicadas, observándose que al inicio les resultó difícil trabajar con la autonomía que la actividad necesita en la búsqueda de relaciones conceptuales significativas. Es un camino a recorrer con muy buenas perspectivas que se ve favorecido con cursos anuales y no cuatrimestrales con el objetivo de que los resultados en habilidades adquiridas puedan ponerse en evidencia.

Con la intención de transitar el camino planteado se diseñaron las estrategias enumeradas a continuación: 6- fijación y andamiaje de los contenidos, 7- realización de mapas conceptuales que ayuden a la fijación de conceptos y evaluaciones a libro abierto, 8- iniciación a la investigación desde el inicio de la formación del futuro ingeniero.

La implementación de estas estrategias se evaluó cuantitativamente a través de exámenes a libro abierto.

Sobre un total de 190 exámenes realizados a libro abierto 144 (76%) resultaron aprobados y 54 (24%) desaprobados. Cabe consignar que de los alumnos desaprobados solo 9 (17%) habían cursado con los docentes que implementaron las estrategias innovadoras. Los restantes estudiantes desaprobados, 45 (83%), habían cursado con docentes que imparten una metodología de enseñanza del tipo tradicional. Por otro lado, de los alumnos aprobados, 132 (92%) pertenecían a los cursos donde se habían implementado las mencionadas estrategias, y 12 (8%) a cursos donde las mismas no habían sido ensayadas. Además, el análisis de los resultados evidenció que los estudiantes que fueron preparados durante un cuatrimestre para una evaluación de las características mencionadas, a partir de las estrategias ensayadas obtuvieron notas de aprobación mayores a siete frente a quienes, si bien aprobaron la mencionada instancia, lo hicieron con calificaciones bajas (calificaciones cercanas al cuatro y al cinco).

Los alumnos manifestaron su clara preferencia por estas estrategias donde, además, del contenido teórico conceptual potenciaban su “aprender a aprender” colaborativo.

Conclusiones

Las estrategias presentadas para la formación de profesionales de ingeniería no son soluciones a la problemática de la educación integral y del desarrollo de capacidades genéricas, pero son eficientes como complemento de otras

actividades, ya que ninguna por sí sola es eficaz para lograr un aprendizaje de contenido sólido y resistente al olvido. Se considera que si el estudiante participa activamente en la construcción del conocimiento, la calidad lograda en el proceso de enseñanza y de aprendizaje será superior y se verá enriquecido con un plus que implica aprender a aprender.

Repensar las estrategias didácticas docentes en los primeros años universitarios en pos de otorgarle protagonismo a aquellas que le adjudiquen al alumno un rol activo y crítico posibilitan que el educando comience a trabajar desde su formación como un profesional, con la información conceptual como herramienta, pero afianzando capacidades como relacionar, contextualizar, transponer, integrar y comunicar. En definitiva llevándose como capital del sistema educativo universitario conocimiento no solo conceptual sino también aquel actitudinal que lo forme en el perfil de profesional exitoso que se espera de él.

En este sentido, promovemos el desarrollo de estas experiencias formativas en la enseñanza de química en nuestros equipos docentes y de otras regionales, para que los profesionales de las carreras tecnológicas adquieran mayor formación y capacidades de autonomía e innovación, tal como ASIBEI lo promueve, cuando afirma que los nuevos ingenieros iberoamericanos tienen que desarrollar

La capacidad de autoformación, soporte del aprendizaje de por vida y la flexibilidad para aceptar la naturaleza permanente de los cambios hacen parte de las exigencias de formación de las nuevas generaciones de ingenieros, para atender la aceleración del aumento del conocimiento, la obsolescencia de las tareas profesionales; la orientación geoeconómica, la protección del ambiente y las demandas de participación democrática y desarrollo sostenido (ASIBEI, 2016, p. 37)

Referencias bibliográficas

- Arnal, J., Del Rincón, D. y Latorre, A. (1992). *Investigación educativa*. Barcelona, Edit. Labor, p. 38.
- Asociación Iberoamericana para la Enseñanza de Ingeniería (ASIBEI). (2016). *Competencias y Perfil del Ingeniero Iberoamericano, Formación de Profesores y Desarrollo Tecnológico e Innovación* (Documentos Plan Estratégico ASIBEI). Giordano Lerena, R. (Comp.). 1ª ed., Bogotá, D. C. ISBN: 978-958-99255-8-4.
- Barbabella, M., Martínez, S., Teobaldo, M. y Fanese, G. (2004). Programa de mejoramiento de la calidad educativa y retención estudiantil. En *I Congreso Internacional Educación, lenguaje y*

- sociedad. Tensiones educativas en América Latina.* Santa Rosa, Universidad Nacional La Pampa.
- Bordas, M. I. y Cabrera, F. A. (2001). Estrategias de evaluación de los aprendizajes centrados en el proceso. *Revista Española de Pedagogía.* 218 (25-48). Recuperado de: <https://dpepg.files.wordpress.com/2012/04/lectura-1-eva-pren.pdf>.
- Cukierman, U. (2018). Aprendizaje Centrado en el Estudiante. Un enfoque imprescindible para la Educación en Ingeniería. Buenos Aires, UTN FRBA. Texto didáctico empleado en CONFEDI, *Curso de Formación de Profesores de Ingeniería.*
- Cura, R. O., Páez, H., Sartor, A. y Menghini, R. (2012). Formación inicial en Ingenierías e investigación acción. En *III Jornadas Ingreso y Permanencia en Carreras Científicas y Tecnológicas.* San Juan, Universidad Nacional San Juan.
- Cura, R. O., Barón, P. y Ferrando, K. (2015). El mejoramiento de la acción formativa docente por la investigación colaborativa interfacultad. *III Congreso Internacional Universidad, sociedad y futuro.* Buenos Aires, UNTREF. ISBN 978-987-1889-70-9.
- Extracto del Curso de Física de Karlsruhe. (2009). Foro Nueva Representación de la Termodinámica. El potencial químico. Contenido 24. Cantidad reaccionante y potencial químico. En *V Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria.* (pp. 1-33) La Habana, Cuba. Recuperado de: <https://isliedocs.net/document/titulo-potencial-quimico>.
- Ferrando, K. y Cura, R. O. (2017). Trabajo colaborativo interfacultad para la mejora de la formación inicial en ingenierías de la UTN FRA-FRBB-FRCH (2016-2018). En *Revista Rumbos Tecnológicos,* Avellaneda, UTN F.R.Avellaneda, Vol. 9. Setiembre, p. 79 a 96. ISSN 1852-7698/(impreso) 1852-7701 Recuperado de: URL: <http://utnfrainvestigacionyposgrado.com/wp-content/uploads/Libro-RT9-web.pdf>

- Laclaustra, V. A., Cañón Rodríguez, J. C., Salazar Contreras, J. y Silva Sánchez, E. (2009), *Evolución de los tres momentos de la docencia en ingeniería*. Bogota, EDUCING ASIBEI.
- Lagger, J. M., Donet, E., Giménez Uribe, A. y Samoluk, M. (2008). La deserción de los alumnos universitarios, sus causas y los factores (pedagógicos, psicopedagógicos, sociales y económicos) que están condicionando el normal desarrollo de la carrera de Ingeniería Industrial. En: *VI Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*. Salta, Argentina.
- Latorre, A. (2003). *La investigación acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Madrid: Ed Grao.
- Lea, S. J., Stephenson, D. y Troy, J. (2003). Higher Education Students' Attitudes to Student Centred Learning: Beyond 'educational bulimia', *Studies in Higher Education*, vol. 28, N° 3, pp. 321-334.
- Morgade, C., Mandolesi, M. E. y Sandoval, M. J. (2014). Significatividad de los contenidos de química para el futuro ingeniero. *Educación en la Química* [Revista electrónica], 20 (48-54). Recuperado de: <http://www.adeqra.com.ar/index.php/component/users/?view=login>
- Morgade, C. I. N., Viceconte, S., Sandoval, M. J. y Mandolesi, M. E. (2015). Planificación a partir de contenidos integradores: el potencial químico. *The Journal of Argentine Chemical Society- Anales de la Asociación Química Argentina*. [Revista electrónica], 102 (1-2). Recuperado de: <https://www.aqa.org.ar/images/anales/pdf102/cd/05-QpOC/05-020.PDF>
- Morgade, C., Sandoval, M. J., Moralejo P. y Mandolesi, M. E. Iniciación a la investigación desde el inicio de la formación del futuro ingeniero. En V Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas. UTN FRBB, Bahía Blanca. URL: http://www.edutecne.utn.edu.ar/ipecyt-2016/00-IPECyT_2016.pdf
- Morgade, C., Esteves, M. J., Sandoval, M., Ulacco, S., Serra, M., Sansinena, A. y Mandolesi, M. E. (2017). Enseñar química en la

universidad en el marco de carreras no químicas ¿Desde dónde partir? En *VII Encuentro nacional y IV Latinoamericano sobre Ingreso Universitario*. Mendoza, U.N.Cuyo.

Pozo Municio, J. I. y Gómez Crespo M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (pp. 128-185). Madrid: Morata, S. L. Recuperado de: http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Pozo_Unidad_3.pdf

Rojas Arce, C. (1985). Las prácticas de laboratorio de Química y el desarrollo de la actividad independiente. *Revista Varona*, VII (14):43-56.

Sandoval, M. J., Mandolesi, M. E. y Cura, R. O. (2013). Estrategias didácticas en química en los primeros años universitarios. *Revista Educación Educadores*, Vol.16: 126-138.

Sandoval, M., Morgade, C. y Mandolesi, M. E.(2016). Situación académica del alumnado en las modalidades de cursado anual y cuatrimestral. En IPECYT. Bahía Blanca. URL: http://www.edutecne.utn.edu.ar/ipecyt-2016/00-IPECyT_2016.pdf

Teberosky Coronado, A. (2007). El texto académico. En: Montserrat Castelló Badia (Coord.), *Escribir y comunicarse en contextos científicos y académicos: Conocimientos y estrategias* (pp. 17-46). Barcelona: Grao. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor_codigo=36177

Teobaldo, M. (2002). El aprendizaje del oficio de alumno en el primer año de la universidad: Concepciones previas sobre aprender y enseñar. Contextos institucionales y familiares. En *Primer Congreso Internacional y Segundo Nacional “La educación frente a los desafíos del tercer milenio: camino hacia la libertad”* Córdoba.

Unión Educadores Provincia Córdoba y Escuela Normal Dr. A. Carbó.

von Glasersfeld, E. (1987). *The construction of knowledge: Contributions to conceptual semantics*. Salinas CA:

Intersystems Publications.

Zapatero Campos, J. A. (2010). *Fundamentos de investigación para estudiantes de ingeniería*. México: Tercer Escalón. Recuperado de: <http://ead.ciidet.edu.mx/CIIDETDIGITAL/static/libros/Fundamentos.pdf>