

Metodologías de Enseñanza para el Diseño, Desarrollo y Evaluación de Sistemas de Transferencia de Energía

Mario D. Flores, Manuel Alvarez Dávila, Paola Girbal, Sergio D. Marino, Norma M. Breceovich

Departamento de Ingeniería Química
Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional
60 y 124 s/n, e-mail: mdflores3@gmail.com

Resumen

Desde hace años, los laboratorios han sido utilizados como un mecanismo de enseñanza-aprendizaje; un puente entre la teoría y la práctica que permite una mejor incorporación del conocimiento, ya que estimulan la interacción con un entorno real, y ayudan a corroborar las teorías y modelos aprendidas, es decir, estimulan el pensamiento creativo, el análisis crítico, el razonamiento y la iniciativa personal. A su vez, el trabajo en grupo favorece la formación en el campo de las relaciones interpersonales y el desarrollo de capacidades de liderazgo, lo cual resulta beneficioso para el futuro Ingeniero considerando que la carencia de estos atributos va en desmedro de su desempeño profesional, aun cuando cuente con las capacidades técnicas. Este proyecto parte de la implementación de una herramienta práctica, la cual será seleccionada por la visibilidad y aplicabilidad que propone el método, para que los estudiantes comprendan el funcionamiento de los distintos sistemas de transferencia de energía, y puedan aplicarlos al diseño y/o desarrollo del equipamiento más utilizado en el campo de la Ingeniería Química. Sin embargo, los sistemas de transferencia de energía encierran conceptos y aptitudes no solo para la Ingeniería Química, sino que brindan experiencias educativas comunes para todas las especialidades de ingeniería.

Palabras clave: Enseñanza, Diseño, Energía.

1. Identificación

Código del PID: UTN4520 (en espera de homologación)

Tema prioritario del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería en que se inserta: Metodología de la Enseñanza.

Fecha de inicio: 01/05/2017

Fecha de finalización: 30/04/2019

2. Introducción

Dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería Química, un aspecto fundamental es el garantizar que la formación de los futuros profesionales cuenten con el perfil de conocimientos, habilidades y actitudes que los haga competentes y competitivos en el medio que los ocupa en el entorno productivo y de acuerdo a su misión de servicio en bien de la humanidad, aportando sus acciones para atender las expectativas que sobre el Ingeniero Químico, por su preparación y características recaen (Durand A.A. 1998).

Como cualquier otra disciplina, la enseñanza de la Ingeniería ha tenido su evolución desde sus albores, hace poco más de cien años. Diversos paradigmas que se han ido sucediendo a lo largo del siglo pasado han ido modelando el cuerpo de enseñanzas fundamentales de la disciplina, con la introducción de nuevos conceptos y áreas de estudio y la progresiva desaparición de otras tantas, de acuerdo a las necesidades y requerimientos del medio (Molzham, 2004; Saraiva et al., 2007; Favre et al., 2008)

El desempeño profesional del Ingeniero Químico raras veces implica la realización de tareas según una secuencia rígida preestablecida, lo que en general suele caracterizar a las experiencias de laboratorio

de gran parte de las asignaturas básicas de la especialidad, principalmente aquéllas de los primeros años. Por ello, en la mayoría de los casos, los estudiantes no tienen oportunidad de apreciar ciertos aspectos de la práctica ingenieril hasta la fase final de la carrera (Scarra, 1979). Asimismo, los rápidos cambios de la tecnología generalmente no producen los cambios correspondientes en la educación de los ingenieros, y en buena parte, la enseñanza de la ingeniería conserva los métodos tradicionales. En los cursos se acostumbra a dar demasiado énfasis a los problemas cerrados y claramente enunciados, y muy poco énfasis a la formulación de problemas y a los problemas abiertos en los cuales puede haber más de una respuesta correcta (Ray Bowen, 1994).

Es sabido que para lograr un aprendizaje significativo, no memorístico de las Ciencias se requiere el dominio del método con que se han construido y se construyen los conocimientos asociados a las mismas (Concari et al., 1992).

El conocimiento científico se construye a partir de una idealización, abstracción y modelado de la realidad. El modelado no sólo es una estrategia cognoscitiva empleada en las ciencias “puras”, sino también una herramienta fundamental en la actividad tecnológica y en el diseño ingenieril (Salinas de Sandoval et al., 1995a). Por este motivo, el alumno debe incorporar el pensamiento científico de modo que pueda usarlo a lo largo de la carrera y en su vida profesional, para explicar, modelar y transformar el medio ambiente que lo rodea (Albizzati, E. D., Arese, A. N., 2008).

Por otra parte, las situaciones problemáticas, la interpretación y explicación de los fenómenos, son los ejes vertebradores de la construcción científica, como así también de la práctica profesional de los Ingenieros. Si se pretende aproximar la labor de los estudiantes a una práctica científica, se deberían “planificar actividades guiadas que enfrenten colectivamente a los estudiantes con situaciones problemáticas abiertas, motivadoras y accesibles, que ya hayan sido estudiadas y respondidas en alguna medida por la comunidad científica, y de las que el

docente tenga un adecuado manejo” (Salinas de Sandoval et al., 1995b).

A su vez, si se ve al aprendizaje desde un punto de vista más profundo, no es más que buscar que el “entendimiento” se adquiera de forma clara, precisa, por lo que este puede ser adquirido por nuevos caminos. Si se reemplaza aprendizaje por “ver, conceptualizar o experiencia”, se observa que hay distintos métodos de adquirir conocimientos porque aprendizaje también puede significar adquisición de “hechos o habilidades” (Baille y More 2004).

Las metodologías de enseñanza han ido cambiando en todo el mundo, incluso en la Educación en Ingeniería. Como ya se mencionó, los educadores quieren que sus estudiantes desarrollen las capacidades analíticas, pensamiento autónomo y crítico. Sin embargo, se enfrentan, muy a menudo, a las dificultades derivadas de las estrategias adoptadas en el nivel básico de educación, y también a las condiciones socio-económicas que los estudiantes tienen cuando se inscriben a una carrera en la Universidad (Rasteiro et al. 2009). En todos los sectores se habla de la competencia, este es un factor determinante tanto como estudiante y como trabajador. Competencia no es más que una combinación de destrezas, habilidades y conocimientos necesarios para realizar una tarea (USDE, 2001). Por lo tanto, el aprendizaje basado en competencias es el resultado de la integración de experiencias de aprendizaje, donde las habilidades, destrezas y conocimientos interactúan para formar un nuevo conocimiento, de tal forma que cumplen con la tarea para el cual fue diseñado (Voorhees R. 2001; Walter D. 2000).

La aplicación de las diferentes alternativas de aprendizaje es una opción frente al desarrollo de la enseñanza tradicional, en la que prevalece la clase magistral (Scoles y Pattacini, 2012). La enseñanza tradicional no resulta completamente eficaz para un aprendizaje significativo, puesto que el estudiante percibe en forma incompleta los conocimientos impartidos por el docente y no tiene la oportunidad de organizar dichos contenidos para lograr así, un entendimiento global.

Por su parte, Hodson (1994) y Torres (2013) remarcan que innovar en métodos menos pasivos para el estudiante afianza el proceso de enseñanza-aprendizaje, y que para ello las prácticas o ensayos experimentales juegan un papel fundamental, teniendo en cuenta lo que el alumno ya sabe y lo que es susceptible de aprender. De esta forma, se garantiza la familiarización de los estudiantes con la metodología científica y el acercamiento a la realidad de su vida profesional (Urrea Quiroga, G. et al., 2013). El método experimental tiene como finalidad que los estudiantes entiendan perfectamente los conceptos que ahí se llevan a cabo, a partir de la teoría expresada en el aula. Estos conceptos agrupados lógicamente en el sistema de enseñanza permiten que la conceptualización y su aplicación sean comprobables dentro de los laboratorios. Por tanto, más que enfatizar el manejo de fórmulas, el laboratorio debe tratar de promover un entendimiento más profundo de conceptos fundamentales, por medio de un proceso de predicción y prueba (Martinez, J. et al. 2007).

Lógicamente, los ensayos de laboratorio denominados comúnmente como “tradicionales” no cumplen con las premisas antes mencionadas, y es aquí donde las nuevas técnicas o procesos vienen a complementar o renovar muchas de las prácticas que se vienen aplicando en los laboratorios desde hace décadas, permitiendo el desarrollo, exploración y producción de mejores resultados, con mayor grado de sensibilidad y mayor precisión (Riveros, A. N. et al. 2013).

Demás está decir que, desde un punto de vista didáctico, las nuevas tecnologías aplicadas en el laboratorio, permiten desarrollar la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar preguntas relevantes y obtener conclusiones basadas en evidencias, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones en relación a los fenómenos naturales y a los cambios introducidos a través de la actividad humana (Arias Villamizar, C. A. (2009, Ross 2006).

3. Objetivos, Avances y Resultados

El objetivo general del proyecto es explorar los procesos de enseñanza – aprendizaje aplicados a sistemas de transferencia de energía, considerando como motor de experiencias educacionales el uso de equipamiento tecnológico.

Específicamente, los objetivos son:

- * Elaborar técnicas operativas para la selección y dimensionamiento de equipos de transferencia de energía.
- * Proveer de herramientas para manipular datos experimentales mediante instrumentos computacionales, uso de tablas y correlaciones.
- * Fomentar el análisis crítico para mejorar detalles constructivos que puedan aplicarse en el Proyecto Final de la Carrera.
- * Identificar las acciones específicas y necesarias para promover las experiencias educacionales comunes de estudiantes de distintos años de la carrera y de otras especialidades.

A su vez, una adecuada relación entre las diferentes asignaturas del plan de estudios influye en el consecuente incremento de la efectividad de la enseñanza tanto en términos cuantitativos como cualitativos, lo que significa una mejor formación de los estudiantes, que conlleva a una mayor preparación del docente, por lo que, el objetivo final y a futuro de este proyecto es que sea el puntapié inicial para la puesta en marcha de una Planta Piloto, y así llevar adelante procesos de pequeña y mediana escala. La misma, posibilitaría una buena alternativa para el aprendizaje de aspectos prácticos en forma complementaria a los ya impartidos por otras asignaturas de la Carrera, de manera de compenetrar a los futuros ingenieros en las distintas problemáticas de operación de equipos, como así ayudar a tomar decisiones en relación a los fenómenos naturales y a los cambios introducidos a través de la actividad humana.

Además, la implementación de la Planta Piloto otorgará la oportunidad de que docentes y alumnos de otras especialidades

que se dictan en la Facultad Regional, tales como Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial, integren las actividades programadas, favoreciendo la creatividad y la participación de todos los actores, de modo orgánico, armónico e institucional, cosa muy requerida por la CONEAU para las carreras de ingeniería.

Actualmente, el Laboratorio de Ingeniería Química, lugar donde se realizarán las experiencias prácticas, cuenta con un intercambiador de calor Armfield Modelo HT30 y sus módulos de servicio anexables. El mismo ha sido seleccionado como herramienta tecnológica para llevar adelante ensayos previos al dimensionamiento de equipos. Siguiendo esta línea, las tareas actualmente desarrolladas y que se están desarrollando son las siguientes:

1) Distribución de tareas y roles.

Las distintas actividades tienen características extra-áulicas y grupales, efectuándose con la participación activa de los estudiantes. De esta forma se han conformado 4 comisiones o grupos de trabajo integradas por alumnos 4 alumnos de 3° y 4° año de la Carrera Ingeniería Química, donde la integración de los grupos surgió de los propios alumnos. A partir de dicha conformación, se le otorgó a cada comisión el planeamiento, ejecución y comunicación escrita y oral de un proyecto, relacionado con el diseño, construcción y ensayo de un equipo de transferencia de energía, basados en el principio y funcionamiento de un intercambiador de calor, el cual deberán verificar en la herramienta tecnológica seleccionada.

2) Actualización bibliográfica permanente.

A partir de artículos publicados en libros y revistas técnico-científicas, se realizó una búsqueda bibliográfica de los posibles equipos a diseñar y que puedan adaptarse al equipamiento disponible, siendo en este caso intercambiador de casco y tubo en contra corriente y co-corriente, e intercambiador de placas.

3) Actividades programadas por grupo.

Las actividades se programarán de forma tal que cada tema sea abordado por más de un grupo, en progresivas etapas. Las tareas se encadenan y los resultados obtenidos por un

grupo en un determinado período son revisados en el período siguiente por otro grupo el cual luego planifica y ejecuta sus propias actividades. De este modo se completa el estudio de un tema, con el aporte sucesivo de varias comisiones.

Se prevé la asignación de un docente asesor a cada grupo para que, cuando realicen las respectivas actividades prácticas y a requerimiento de los integrantes, los oriente durante la preparación y ejecución del trabajo, supervisando su desarrollo teniendo en cuenta los objetivos que se persiguen.

4. Formación de Recursos Humanos

La formación académica y los años de experiencia en el área de industria de procesos, relacionada con el control y monitoreo de procesos de transferencia de calor, son algunas de las características con las que cuentan los docentes investigadores que integran este proyecto, actividad que transfieren a sus alumnos en las asignaturas que imparten.

Por su parte el Director del Proyecto posee amplios conocimientos en el diseño, operación, control y puesta en marcha de plantas químicas; cuenta con una participación activa en proyectos de investigación, en áreas vinculadas a la ingeniería ambiental y es profesor de la Cátedra de Termodinámica en el Departamento de Ingeniería Química, lo que le brindan las herramientas suficientes para el seguimiento y dirección del presente.

Asimismo, los becarios del proyecto poseen competencia educativa, es decir, capacidad demostrada en utilizar conocimientos y la habilidad para aplicar esos saberes utilizando técnicas y metodologías en el proceso de enseñanza, tanto como la experticia en el manejo de grupos.

Se espera que el proceso de enseñanza – aprendizaje se mejore iterativamente. Los docentes implementarán estrategias novedosas y los alumnos brindarán la retroalimentación necesaria para adecuar la propuesta a las necesidades de los mismos, las que varían en función de los conocimientos previos, de las habilidades

sociales y del propio ritmo de adquisición de los contenidos, tratando de que los alumnos aborden situaciones que estimulen el pensamiento creativo, el análisis crítico, el razonamiento y la iniciativa personal y comunitaria.

A su vez, se busca afianzar la vinculación con el medio, el trabajo cooperativo y mejorar las competencias comunicativas. De esta forma, esta actividad grupal brindará oportunidades para el ejercicio de la comunicación y el intercambio de puntos de vista.

Se prevé la incorporación de otros becarios y pasantes durante la realización del Proyecto, para que más estudiantes puedan acceder al conocimiento generado en la investigación. Además, brinda oportunidades para el ejercicio de la comunicación profesional lo cual es útil, teniendo en cuenta la dificultad real que representa para los estudiantes de Ingeniería la expresión oral y escrita.

5. Publicaciones relacionadas con el PID

Alvarez Dávila, M. y otros (2015) *Enseñanza de química para el nivel secundario en el laboratorio de la Universidad en el marco de la articulación educativa. Del saber al hacer*. The Journal of the Argentine Chemical Society. Volumen 102.

Alvarez Dávila, M. y otros (2016) *Los entornos virtuales como complemento empírico de enseñanza en Ingeniería*. The Journal of the Argentine Chemical Society. Volumen 103.

Girbal, P. y otros (2012) *Mejora continua: ¿es aplicable en una cátedra universitaria?*. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. III Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería.

Girbal, P. y otros (2011) *Diseño de dispositivos para la observación, evaluación y mejora de la calidad educativa*. Buenos Aires, Argentina. Jornada de Ciencia y Tecnología - UTN FRLP.

Está planificado participar en las XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica que organiza la Asociación Química Argentina en el mes de octubre. En las mismas se planea presentar un trabajo con los resultados que recopilarán durante el período de junio a agosto del corriente.

Referencias

Albizzati, E.D., Arese, A.N. (2008). *Equipamiento para el Aprendizaje de los Fundamentos de Transferencia de Cantidad de Movimiento, de Energía y de Materia*. Revista Formación Universitaria. Vol. 1(3), 27- 34. Argentina.

Arias Villamizar, C. A. (2009). *El uso de nuevas tecnología en los laboratorios de química y la minimización del impacto sobre la salud y el medio ambiente*. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Barranquilla. Colombia.

Baille, C. y More I. (2004) *Effective Learning & Teach in Engineering*. 1ª ed., Routle-Falmer, New York, USA (2004).

Concari, S., Alzugaray, G.; Arese, A.; Pozo, R. (1992). *El trabajo de investigación como recurso didáctico en la enseñanza de la Física*. Memorias del I Encuentro Internacional de Educación en Física y III Encuentro Nacional de Profesores de Física, Montevideo, Uruguay.

Durand, A. A. (1998). *Reflexiones sobre la enseñanza de la ingeniería química*. Revista de la Sociedad Química de México. Vol. 42 - N° 1.

Favre, E., Falk, V., Roizard, C.Schaer, E. (2008) *Trends in Chemical Engineering education: Process, product and sustainable chemical engineering challenges*. Education for Chemical Engineers, 3, e22-e27

Hodson, D. (1994). *Investigación y experiencias Didácticas: Hacia un enfoque más crítico del trabajo de Laboratorio*. The

Ontario Institute for Studies in Education, Toronto (Canadá) Enseñanza de las ciencias, 12.(3), 299-313.

Martinez, J.; Espinosa-Aquino B. (2007). *El aprendizaje activo en ingeniería química, trabajo estudiantil en equipo*. Ciencia Ed. (IMIQ) vol. 14 núms.1-2.

Molzahn, M. (2004) *Chemical Engineering education in Europe, trends and challenge*. Chemical Engineering Research and Design, 82(A12): 1525– 1532.

Rasteiro M.G. y otros diecinueve autores. *LABVIRTUAL—A virtual platform to teach chemical processes*. Education for Chem. Eng. 4, 9-19 (2009).

Ray Bowen, J. (1994). *Engineering Education for the 21st. Century*. III Encuentro Interamericano de Educación en Ingeniería y Tecnología, Rio de Janeiro, Brasil.

Riveros, A. N.; Ale Ruiz, E. L.; Benitez, L. A.; Gutierrez, J. P. (2013). *Prácticas integrales en Planta Piloto – Experiencia innovadora*. VII Congreso Argentino de Ingeniería Química. Argentina.

Ross, K. (2006) *El lugar de la tecnología educativa en el aprendizaje de las ciencias: una perspectiva constructivista ilustrada por el concepto de energía*. Journal of science education. pp 92-95.

Salinas de Sandoval, J., D. Gil Pérez y L.C. de Cudmani (1995a). *La elaboración de estrategias educativas acordes con un modo científico de tratar las cuestiones*. Memorias IX Reunión de Educación en Física (REF IX), 336-349, Salta.

Salinas de Sandoval, J., D. Gil Pérez y L. C de Cudmani (1995b). *¿Cómo adecuar las estrategias educativas a los requerimientos de modelos de aprendizaje basados en psicologías constructivistas?* Memorias IX Reunión de Educación en Física (REF IX), 350-362, Salta.

Saraiva, P. M., Santos, L. O., Quinta-Ferreira, R. M. (2007) *Reengineering Chemical Engineering education for the future*. International Conference on Engineering Education – ICEE 2007 Coimbra, Portugal September 3 – 7.

Scarrah, W. (1979). *The design of a Unit Operations Laboratory based on Piagetian concepts, The Modern undergraduate laboratory: innovative techniques*. AIChE Symposium Series. American Institute of Chemical Engineering: 75(183), 26-28.

Scoles, G., Pattacini, H. (2012). *Innovación de una práctica de laboratorio docente en la asignatura química orgánica*. III Jornadas de Educación Mediada por Tecnología. Sistemas de Educación Abierta y a Distancia (SEADI).

Torres, L.; Villareal, M.; Zapata, P.; Rodríguez, J.; Colmenares, E.; Moreno, S. (2013). *Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química en la educación superior*. Universidad Autónoma de Barcelona, Instituto de Ciencias de la Educación.

Urrea Quiroga, G. et al. (2013). *Del aula a la realidad. La importancia de los laboratorios en la formación del ingeniero. Caso de estudio: Ingeniería Aeronáutica – Universidad Pontificia Bolivariana*. World Engineering Education Forum (WEEF). Cartagena. Colombia.

USDE, U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics (2001) *Defining and Assessing Learning: Exploring Competency-Based Initiatives*, Washington, D.C., USA.

Voorhees Richard, A. (2001) *Competency-Based Learning Models: A Necessary Future*. New Directions for Institutional Research 110, 5-13.

Walter, D. (2000) *Competency-based on-the-job training for aviation maintenance and inspection – a human factors approach*. Int. J. of Ind. Ergonomics 26, 249-259.