



Formación Universitaria

E-ISSN: 0718-5006

citrevistas@gmail.com

Centro de Información Tecnológica

Chile

Domínguez, Orlando J.; Michel, Raquel L.  
Mejoras en el Desarrollo del Proyecto Final para Estudiantes de Ingeniería Química  
Formación Universitaria, vol. 3, núm. 4, 2010, pp. 47-52  
Centro de Información Tecnológica  
La Serena, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373534520006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Mejoras en el Desarrollo del Proyecto Final para Estudiantes de Ingeniería Química

**Orlando J. Domínguez y Raquel L. Michel**

Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Av. Bolivia 5150, (4400) Salta, Salta Capital – Argentina (e-mail: orlando@unsa.edu.ar ; rmichel@unsa.edu.ar)

*Recibido May. 04, 2010; Aceptado Jun. 22, 2010; Versión final recibida Ago. 02, 2010*

---

### Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta para mejorar el desarrollo del Proyecto Final de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta en Argentina. La realización de este trabajo estaba atrasando en forma excesiva la graduación de los estudiantes, por lo que se propone el empleo de distintas metodologías de enseñanza, competencias, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos con el objeto de refinar la enseñanza tradicional. La modificación pedagógica introducida permite alcanzar uno de los objetivos fundamentales del plan de estudio, una duración real de cinco años pero, por sobre todo, también consigue una mejora sustancial en el aprendizaje realizado por los alumnos.

*Palabras clave: enseñanza, enseñanza de la ingeniería, proyecto final, ingeniería química*

## Improvements in the Development of the Final Project for Chemical Engineering Students

### Abstract

In this work a proposal to improve the development of the Final Project requirement for Chemical Engineering students of the National University of Salta in Argentina, is presented. Because this final project course was excessively delaying graduation of students, different teaching methodologies are proposed, including the concept of competence, the problem-based learning and the project-based learning. The change in teaching methods introduced allows reaching one of the main targets of the studying plan, such as finishing in the career in five years, but more important is that a substantial improvement in students learning is achieved.

*Keywords: education, education of engineering, final project, chemical engineering*

## INTRODUCCIÓN

La atención que genera la modificación de los planes de estudio de las carreras universitarias es un tema siempre presente, principalmente porque normalmente fuerza a los docentes a reflexionar y revisar conceptos, como la enseñanza tradicional frente a nuevas estrategias de enseñanza probadas (Van Den Bergh et. al.,2006). En particular, la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta, se adecuó a lo planteado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), un organismo nacional, que planteó como objetivo principal unificar la currícula de las Ingenierías en la República Argentina. De esta manera se realizó un cambio de plan en el año 1999; dando de baja el plan hasta entonces vigente. El nuevo plan tenía como premisa central “la formación de Ingenieros capaces de desarrollar actividades de desarrollo de procesos y de diseño, montaje y conducción de plantas industriales, con especial orientación y enfoque hacia la resolución de problemas regionales y del uso racional de los recursos. Esta formación específica, complementada, con conocimientos de ingeniería general, le permitirán al profesional un desempeño eficaz en la resolución de problemas interdisciplinarios, aún en aquellos casos en que sea el único profesional responsable de estas actividades”.

Una de las principales modificaciones hechas fue la inclusión, en el último año de la carrera, de la asignatura Proyecto Industrial, materia que en el anterior caso no existía. Como contenidos mínimos se le asignaron temas tradicionales del diseño de procesos y de elaboración de proyectos y como trabajo práctico se propuso la realización de un proyecto o el rediseño de alguno existente. Dado que se trataba de una materia nueva se analizaron varias propuestas pedagógicas y finalmente se decidió combinar las clases tradicionales con la metodología comúnmente denominada aprendizaje basado en problemas, en la cual se propone al estudiante un problema para ser analizado, cuestionado y resuelto, previa búsqueda de la información necesaria para ello (Maudsley,1999), la tarea se llevaba a cabo en forma grupal, el seguimiento se realizaba semanalmente con discusiones, exposiciones individuales y grupales de manera de detectar inconvenientes y evacuar dudas, la evaluación se llevaba en paralelo a estas reuniones y culminaba con una exposición final. Los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios tanto para los objetivos planteados por los docentes de la cátedra como para los alumnos ya que cada grupo llegó exitosamente a la consecución de las metas planteadas, esto fue reflejado en las encuestas que la facultad realizó al finalizar cada dictado.

A cinco años de la implementación del denominado plan 1999 y luego de hacerse un análisis de los éxitos logrados, las deficiencias detectadas y los objetivos no alcanzados, en el marco de la acreditación de la carrera de Ingeniería Química por parte de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria, surge la modificación del plan en ese entonces vigente. Con la modificación introducida, la materia Proyecto Industrial se transformó en un requisito curricular denominado Proyecto Final, el mismo “se debe realizar durante los últimos cuatro cuatrimestres; el trabajo comienza con la elección del tema al inicio del cursado del primer cuatrimestre del cuarto año. El objetivo es que el alumno integre y consolide los conocimientos teóricos y prácticos que va adquiriendo durante el cursado de la carrera”. El proyecto comienza con las materias de tercer año aprobadas y para su evaluación son necesarios tener todas las materias y demás requisitos aprobados. De esta manera el proyecto avanza en paralelo a los dos últimos años de la carrera y se rinde luego de promocionar todas las materias de manera de mantener la duración total en cinco años. Sin embargo su cumplimiento ha sido bastante difícil en la práctica. Surgió así la necesidad docente de investigar, analizar, comparar y decidir qué rumbo pedagógico darle al dictado de este requisito.

El presente trabajo muestra una propuesta para el dictado de Proyecto Final, un requisito en la carrera de Ingeniería Química de la UNSa, basado en la enseñanza tradicional mejorada con una combinación de los conceptos de competencias, de aprendizaje basado en problemas y de aprendizaje basado en proyectos. Se delimitó el alcance del trabajo, eligiendo, como centro de esta presentación lo inherente a la tarea docente, que les concierne a los autores dentro de la estructura de la realización del proyecto; esto sin descuidar al alumno principal actor. No obstante se repasaron otros temas con el objetivo de integrarlos a la propuesta como posibles líneas de mejora.

## **BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS**

En virtud de lo expuesto anteriormente se comenzó un trabajo de investigación principalmente en las áreas concernientes a las ciencias de la educación. No pudieron encontrarse situaciones similares en universidades nacionales ya que todas las facultades específicas mantienen con categoría de materia a Proyecto; no obstante se encontraron coincidencias en situaciones descritas por docentes de otras universidades nacionales como por ejemplo que: La renovación (en las universidades) suele consistir generalmente en la creación de nuevas carreras, con nuevas materias o nuevas combinaciones y permutaciones de materias. Es decir la innovación suele girar en torno a qué se enseña. De este modo se perpetúa otra inercia, menos perceptible que la de las estructuras universitarias de poder: la inercia del pensamiento sobre cómo enseñar a nivel universitario, (Coraggio, 1996). Surgió de inmediato una analogía con lo que se estaba observando, se había definido los objetivos y los alcances, todo debidamente reglamentado, pero faltaba la discusión sobre cómo enseñarlo o conducirlo. Surge de forma más que evidente la urgente necesidad de revisar su reglamentación, adaptándolo o modificándolo para que sea efectivamente positivo a la elaboración del proyecto final. Esta tarea excede lo que como grupo se puede llevar a la práctica, pero es posible elevarla como sugerencia a la comisión académica.

De la búsqueda de un método, de un orden sistemático para llevar a cabo la guía de la elaboración del proyecto, es que surge la idea básica de realizar una detallada autocrítica del grupo de trabajo, de las tareas que eran propias como docentes destinados a trabajar en este requisito, cuales no eran pertinentes y en tal caso delimitar las responsabilidades auténticas y de esta forma ahondar en la búsqueda de sustento teórico desde la pedagogía y la didáctica. La etapa siguiente fue evidente, profundizar en el análisis de los orígenes de los problemas detectados pero desde una óptica diferente, no en lo referente a los conceptos a emplear por el alumno y en cómo guiarlos, sino desde el punto de vista del alumno, de su posición frente a la tarea a realizar, un intento de contextualizarlos académica, social, psicológica e históricamente. Se buscó incorporar la idea del aprendizaje significativo, esto es, poner la información nueva en relación con los conceptos ya existentes, (Novak, 1996). El estado inicial desde el que parte cada uno de ellos no es común a todos, nada puede lograrse intentando homogeneizar la conducción de los proyectos porque esta tarea compromete un actividad profesional de índole personal, inherente a cada uno de los alumnos, concebidos como personas íntegras. De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe, por lo tanto se debe averiguar esto y trabajar considerando este estado como punto de partida (Ausubel, 1968).

Si bien la didáctica universitaria evidencia una trayectoria muy reciente se la puede reconocer como una disciplina específica dentro del campo didáctico; en este sentido es entendida como una didáctica especializada cuyo objeto es el análisis de lo que sucede en el aula universitaria, desde donde estudia el proceso de enseñanza que un equipo docente organiza en relación con los aprendizajes de los estudiantes y en función de un contenido científico, tecnológico o artístico, altamente especializado y orientado hacia la formación de una profesión (Lucarelli, 2000).

Como marco de trabajo se optó por el empleo de los denominados procedimientos; se puede definir procedimiento como un conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de metas, es común confundir este término con la metodología que pueda emplear el profesor para guiar a sus alumnos. Los procedimientos se proponen como contenidos que el alumno ha de hacer suyos en el proceso de construcción de los aprendizajes, estos son saberes preexistentes, que permiten el desarrollo de determinadas capacidades para los cuales se reclama una apropiación significativa y con sentido para los alumnos. Finalmente se refieren a un curso de acción, un camino, un proceso, una secuencia, una operación o serie de operaciones, con un orden que asegure que los pasos se tomen de acuerdo a determinados criterios, en función de obtener un resultado con éxito (Valls, 1989).

En el curso de la búsqueda y luego de analizar la aplicabilidad en el caso analizado se decidió añadir al empleo de los procedimientos en la enseñanza tradicional, una combinación los conceptos de competencias, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en

proyectos. Se puede entender como competencias al desempeño exitoso en un oficio o profesión al combinar efectivamente los conocimientos, las habilidades, los valores y las actitudes en un contexto dado, el Consejo Federal de Cultura y Educación de Argentina la define así: Competencia es un conjunto identificable y evaluable de conocimientos, habilidades, valores y actitudes relacionadas entre sí que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, según estándares utilizados en el área ocupacional. En definitiva se puede decir que integran el ser, el saber y el hacer en un contexto dado. Tradicionalmente, la universidad les da mucha importancia a los conocimientos, a los saberes mientras que las habilidades, los valores y las actitudes aparecen en forma secundaria y a veces marginal. No obstante, en el entorno laboral, el desempeño profesional pareciera ser lo contrario: las habilidades y la experiencia junto a los valores y las actitudes juegan un papel mayor o igual que los conocimientos mismos. De ahí que el concepto de competencias como desempeños donde se combinan el saber, el ser y el hacer haya tenido una acogida tan generalizada (Tirado et.al., 2007). El aprendizaje basado en problemas ya había sido empleado en el dictado de la materia extinta y se habían obtenido buenos resultados, los problemas que se proponen para trabajo individual o grupal son del tipo abiertos, un excelente acercamiento a situaciones profesionales reales y está ampliamente documentado (Mesa et.al., 2008; Restrepo-Gómez, 2005). El tipo de aprendizaje a través de la implementación de proyectos se denomina aprendizaje basado en proyectos. Con la aplicación de esta estrategia, los estudiantes definen el propósito de la creación de un producto final, identifican su mercado, investigan la temática, crean un plan para la gestión del proyecto, diseñan y elaboran un producto. Los estudiantes comienzan el proyecto solucionando problemas hasta llegar a su producto. El proceso completo es auténtico, referido a la producción en forma real, utilizando las propias ideas de los estudiantes y completando las tareas en la práctica. Dentro de este marco, los estudiantes persiguen soluciones a problemas no triviales, generando y refinando preguntas, debatiendo ideas, realizando predicciones, diseñando planes y/o experimentos, recolectando y analizando datos, estableciendo conclusiones, comunicando sus ideas y resultados a otros, realizando nuevas preguntas y creando o mejorando productos y procesos (Blumenfeld et. al., 1991; Rodríguez-Sandoval y Cortés-Rodríguez, 2010).

Como líneas de mejora se piensa tomar en consideración la incorporación de nuevas tecnologías docentes como e-aulas o TICs (Marey et. al., 2008), esto, se presenta como una excelente oportunidad para el dictado de Proyecto, sobre todo por la experiencia que se tiene como docentes en las asignaturas de las carrera en las cuales se las emplea exitosamente. Sin embargo la atención en este caso está puesta en el planteo de una manera diferente de atender a los alumnos en la realización de su requisito.

## ALTERNATIVA PROPUESTA

La sugerencia se puede dividir en las siguientes etapas: i) Armar una base de datos de posibles temas de proyectos; ii) Conformación de grupos; iii) Comienzo del cursado del requisito; iv) Avance del requisito; v) Monitoreo; vi) Evaluaciones parciales; y vii) Evaluación final.

*i) Armar una base de datos de posibles temas de proyectos:* Empleando principalmente materias primas disponibles en la región, de productos o procesos novedosos. Para esto se solicita la participación de todos los docentes de la carrera, además de sumar inquietudes personales de parte de los alumnos. De esta manera se reduce el tiempo que el alumno demora en elegir el tema.

*ii) Conformación de grupos:* Los grupos se forman generalmente por afinidades personales de los estudiantes. Se acepta un máximo de cuatro integrantes. Las relaciones interpersonales suelen presentar problemas, por esto se pone especial énfasis en el hecho de observar, desde la parte docente, de manera de contribuir e intervenir si se hace necesario, para que se trabaje en forma armónica y con un solo objetivo común cual es su consecución. Sobre este tema se hace necesario volver toda vez que se presente alguna situación de conflicto, destacando la importancia de los valores y las actitudes que deben demostrar además de conocimientos y habilidades.

iii) *Comienzo del cursado del requisito:* En forma simultánea el alumno empieza a cursar las asignaturas del cuarto año de la carrera. El objetivo general del Proyecto es planteado a todos los grupos, esto contribuye a evacuar dudas. Se les proporcionan elementos de toma de decisiones, de trabajo bajo situaciones de incertidumbre y del ciclo de vida de un Proyecto. De igual manera se presentan normas de presentación de la producción escrita y se ofrecen algunas ideas sobre la defensa oral de lo presentado.

iv) *Avance del requisito:* Mientras se cursan las materias de la carrera trabajan en cada uno de los problemas de que se les plantean en el proyecto, como ya se mencionó estos son del tipo abiertos por lo cual deben recurrir a búsqueda de información, métodos de resolución, análisis de resultados. La colaboración de los docentes de materias específicas de cada uno de los cuatrimestres cobra un rol fundamental en este desarrollo. Con una frecuencia semanal se atiende a los grupos que lo necesiten.

v) *Monitoreo:* De forma mensual se realizan reuniones de agenda abierta en las que se discute temas que van surgiendo. En las primeras reuniones los inconvenientes que se presentan fundamentalmente tienen que ver con la sensación de algunos estudiantes de no poder llegar a terminar con éxito las tareas planteadas. En estos casos la presencia de todos los grupos hace que se encuentren situaciones análogas y se planteen vías de solución.

vi) *Evaluaciones parciales:* Cada encuentro, semanal o mensual, sirve al docente para ir evaluando y realimentando esa información con el objetivo de corregir el dictado y los matices que puede presentar la metodología adoptada. En paralelo se plantean cuatro presentaciones de avance del trabajo distribuidas uniformemente a lo largo de los dos años de cursado. En la primera de ellas se espera haber concluido con todo lo referente a propiedades físico químicas de materias primas y productos; esto se puede hacer ya que las materias físico-química, fenómenos de transporte y cinética química se dictan antes del comienzo del Proyecto. En la segunda presentación el proceso ya está elegido al igual que la ubicación geográfica de la planta; el estudio de mercado para el producto seleccionado y la información económica es otra de las tareas informadas. Para la tercera y cuarta presentación se dejan, de acuerdo al avance de cada grupo, los temas concernientes al diseño del proceso y por ende el diseño óptimo de los equipos; la selección y consumo de los servicios auxiliares; el control; las consideraciones referidas a la química verde y el análisis financiero.

vii) *Evaluación final:* Con todos los informes parciales presentados evaluados los grupos ya pueden realizar las correcciones necesarias. Estas modificaciones pueden haber surgido de los docentes, de sus pares o de los mismos integrantes del grupo. Solo resta la defensa del Proyecto completo que se hace una vez aprobado todas las materias de la curricula.

Bajo estas condiciones el requisito Proyecto sigue un curso natural con el dictado de los dos últimos años de la carrera y se hace una efectiva coordinación con las materias de los tres primeros años. De esta manera, al llevar el trabajo con tiempo suficiente para su elaboración y con las presentaciones y correcciones parciales, el informe final podría ser defendido a lo sumo luego del receso de verano posterior al quinto año y se llegaría al objetivo de una duración real de la carrera de cinco años. Finalmente sería de sumo interés la organización de jornadas periódicas de proyectos ya aprobados. El objetivo sería realizar divulgación entre los alumnos y ante la comunidad académica. A estas jornadas sería interesante invitar a organismos gubernamentales y privados, como secretaria de la producción, producción Pyme, consejo federal de inversiones, cámara de empresarios, etc.

## **CONCLUSIONES**

Docentes del requisito proyecto final de Ingeniería Química detectaron inconvenientes en su realización en tiempo y forma, los cuales fueron analizados. Los objetivos planteados fueron, por un lado, detectar los orígenes y la naturaleza de los problemas que se presentaban y por otro elaborar una propuesta superadora para su realización. Tomando como base lo existente en cuanto a normativas, teorías extraídas de las ciencias de la educación y la experiencia recogida durante diez años de trabajo docente en el tema se presenta en este artículo una alternativa.

Los cambios propuestos apuntan a una mejor programación, ejecución y presentación de los proyectos realizados por los alumnos, que según la evaluación realizada hace posible llegar exitosamente a cumplir con las metas que el plan de estudio en vigencia contempla para este punto.

## REFERENCIAS

- Ausubel, D.; *Educational Psychology: A cognitive view*. Hott, Rinehart and Winston, New York, (1968).
- Blumenfeld, P.C.; Soloway, E.; Marx, R.W.; Krajcik, J. S.; Gusdial, M.; Palincsar, A.; *Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning*, Educational Psychologist: 3-4 (26), 369-398 (1991).
- Coraggio, J. L.; *Reforma pedagógica: eje del desarrollo de la enseñanza superior*, Univ. Nac. de Gral. Sarmiento, Documento interno, pág. 1, (1996).
- Lucarelli, E. (comp.); *El asesor pedagógico en la universidad. De la teoría pedagógica a la práctica en la formación*. Paidós Educador, Buenos Aires, (2000).
- Marey, M.F.; Amiama, C. y Álvarez, C.J.; *Metodología para la Evaluación de las Tecnologías de Información en la Docencia de Proyectos de Ingeniería*, Formación Universitaria: 1(6), 3-12 (2008).
- Maudsley, G. ; *Do we all mean the same thing by "problem-based learning"? A review of the concepts and a formulation of the ground rules*, Academic Medicine: (74), 178-185 (1999).
- Mesa, J.M., Álvarez, J.V., Villanueva, J.M. y de Cos, F.J.; *Actualización de Métodos de Enseñanza-Aprendizaje en Asignaturas de Dirección de Proyectos de Ingeniería*, Formación Universitaria: 1(4), 23-28 (2008).
- Novak, J., *Teoría y práctica de la educación*. Alianza Editorial, Madrid, (1996).
- Restrepo-Gómez, B.; *Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria*, Educación y Educadores: (8), 9-19 (2005).
- Rodríguez-Sandoval, E., Cortés-Rodríguez, M.; *Evaluación de la estrategia pedagógica "aprendizaje basado en proyectos": percepción de los estudiantes*, Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior: 1 (15), 31-37 (2010).
- Tirado, L.J., Estrada, J. , Ortiz, R. ,Solano, H., González, J., Alfonso, D., Restrepo, G., Delgado, J.F., Ortiz, D.; *Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales*, Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia: 2(40), 142-150 (2007)
- Valls, E.; *Los procedimientos: Aprendizaje, Enseñanza y Evaluación*. Editorial Horsori, Barcelona, (1989).
- Van Den Bergh, V., Mortermans ,D., Spooren ,P., Van Petegem ,P., Gijbels ,D., Vanthournout, G. *New assessment modes within project-based education - the stakeholders*, Studies in Educational Evaluation: (32), 345-368 (2006).