

## **Modelo de enseñanza en Ingeniería. Resultados de una experiencia**

**Aldo D. Garofoli, Sandra I. Robles, Daniela Alessio**

Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur  
Av. Alem 1253. (8000) Bahía Blanca. e-mail: garofoli@uns.edu.ar

### **RESUMEN**

Se exponen en el presente trabajo las modificaciones realizadas a una asignatura, Transportes Industriales, perteneciente al quinto año del plan 2006 de la carrera de Ingeniería Mecánica. Estas innovaciones tienen por objeto optimizar la relación enseñanza – aprendizaje, tendiendo a materializar la articulación horizontal y vertical de los conocimientos adquiridos por el alumno y, orientado a perfeccionar y afianzar las aptitudes del alumno para su desarrollo en la vida profesional.

El grupo de alumnos se organiza por comisiones, a las cuales se les asigna un proyecto para su diseño y cálculo. Su presentación final los habilita a promocionar la materia a quienes cumplan con el plan propuesto y estén en condiciones de correlatividad al finalizar el ciclo lectivo.

Las propuestas buscan alcanzar objetivos tales como mejorar el trabajo en equipo, la comunicación oral y escrita, la competencia empresarial y una adecuada eficiencia en la administración del tiempo, entre otros.

El análisis de los resultados obtenidos con la aplicación de este modelo, incentivan al grupo docente a generar nuevas estrategias para lograr una mejora continua.

**Palabras claves:** Enseñanza – Modelo -Transportes Industriales.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La Mecánica constituye una especialidad de la Ingeniería con un espectro notable de posibilidades de realización a nivel mundial. En la actualidad se pueden distinguir distintos tipos de tareas propias de la Ingeniería como Diseño, Proyecto y Cálculo, Mantenimiento, Operación, etc. por un lado, y campos disciplinares específicos de la Ingeniería Mecánica, como Máquinas e Instalaciones Térmicas, Máquinas Hidráulicas, Obtención de Materiales, entre otros.

Al ingeniero mecánico se le demanda en su actividad profesional, una compleja estructura de atributos entre las que se destacan saber identificar problemas, observar la realidad con perspectiva, investigar, proponer soluciones, diseñar, administrar recursos, tomar decisiones, construir y producir bienes y servicios.

Todas estas aptitudes se traducen en demandas al sistema educativo, siendo las Universidades las responsables de crear las condiciones para que la formación de los futuros ingenieros permitan satisfacer estas exigencias. En la formación universitaria, las asignaturas poseen contenidos teóricos, materia prima del conocimiento que permiten interpretar o representar los procesos o fenómenos reales. La aplicación de los contenidos teóricos en la resolución de problemas es uno de los objetivos en los procesos didácticos de transferencia en la enseñanza. Cómo se traduce o cómo se transforma este conocimiento teórico en la resolución de los casos prácticos, es el desafío permanente que motiva a los docentes a utilizar distintas metodologías de enseñanza [1-4].

En la asignatura Transportes Industriales, con la intención de simular condiciones de trabajo reales, se incorpora a los trabajos prácticos la realización de un proyecto.

## **2. ANTECEDENTES**

En el desarrollo del trabajo se presentan los cambios en la metodología de enseñanza en la asignatura "Transportes Industriales", a partir de la reforma curricular que dio origen al plan de la carrera de Ingeniería Mecánica.

La carrera de Ingeniería Industrial con sus dos orientaciones: "Organización" y "Mecánica" comienza a dictarse en la Universidad Nacional del Sur desde el año 1956.

Debido a que las incumbencias de ambas orientaciones eran las mismas y en proximidad del proceso de acreditación, no eran compatibles con los nuevos estándares, fue conveniente escindir la orientación mecánica de la Carrera Ingeniería Industrial, naciendo de este modo la Carrera de Ingeniería Mecánica, puesta en vigencia en el año 2000. A fin de dar cumplimiento a los requerimientos y sugerencias de CONEAU (Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria), en el año 2003 entra en vigencia un nuevo plan de carrera.

En el año 2006 el plan de carrera se volvió a actualizar para incorporar el Ciclo Básico Común a las Carreras de Ingeniería, a solicitud del Ministerio de Educación de la Nación a través del PROMEI (Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza en Ingeniería). Esta situación permitió modificar los contenidos de los programas de algunas materias para incorporar los conocimientos necesarios para una formación actualizada y mantener la duración del Plan de

Carrera en cinco años; a modo de ejemplo, Dibujo I se reemplazó por Sistemas de Representación, que incorpora a Dibujo, técnicas de representación de Geometría Descriptiva y una introducción al diseño asistido por computadora. Además, se incorporaron las asignaturas Diseño Mecánico Asistido y Proyecto y Diseño Mecánico. Por ello, se modificó el orden de las asignaturas, de manera de incorporar los contenidos en forma progresiva y facilitar el aprendizaje de los alumnos. Dentro de esta estructura, Transportes Industriales se ubica en el segundo cuatrimestre del quinto año de la carrera.

### **3. TRANSPORTE INDUSTRIALES. LA IMPORTANCIA DEL DISEÑO. FUNDAMENTACIÓN**

La Ingeniería tiene por objeto satisfacer una serie de necesidades sociales, mediante la gestación de sistemas, componentes o procesos. El mecanismo mediante el cual una necesidad es convertida en un plan funcional y significativo, es llamado diseño. El diseño en Ingeniería es un proceso de toma de decisiones, en el que las Ciencias Básicas y las Tecnologías se combinan con el ingenio y la creatividad, para convertir los recursos naturales, en las formas necesarias para el progreso de la humanidad. Justamente, estos últimos elementos abstractos, son los que hacen la diferencia entre una realización y otra, entre la obra de un genio y las normales.

La incorporación de problemas que no tengan solución única, tal es el caso de los problemas de diseño o proyecto, en los planes de estudio de las carreras de Ingeniería fue solicitado por CONEAU y el CONFEDI (Confederación Federal de Decanos de Ingeniería), con el fin de lograr que los futuros ingenieros se vayan familiarizando con los problemas reales que deberán resolver durante el ejercicio de la profesión.

Mediante el proceso de diseño se formula un plan, esquema o método, que permite satisfacer una determinada necesidad. En una primera etapa, se debe tener una visión general y amplia del problema, realizando una síntesis, que consiste en organizar e integrar la información disponible. En la siguiente etapa, la de análisis, se estudia el funcionamiento del sistema, con la ayuda de la Matemática, la Física y la Química. Una frase de Torroja que sintetiza muy bien el ordenamiento de las etapas de diseño y análisis, es la siguiente: "*Es un error demasiado corriente empezar a calcular la viga número 1, sin haber antes meditado si la construcción debe llevar vigas o no*" [5].

A los alumnos, en su formación, se les brindan las herramientas que les permitirán realizar un buen diseño.

La educación ingenieril basada fundamentalmente en el análisis de problemas con solución cerrada, es una práctica que tiende a inhibir el desarrollo de los procesos creativos. La creatividad es innata, pero puede ser inducida a través de técnicas diversas, como por ejemplo, el trabajo en equipo. También sus habilidades pueden ser notablemente potenciadas entendiendo soluciones conocidas y construyendo nuevos enfoques a partir de ellas.

En un ambiente académico es difícil, si no imposible, reproducir todas las restricciones y alternativas que afronta el profesional que trabaja en la industria. Una forma para desarrollar y

ejercitar la habilidad creadora es enfrentar al alumno con problemas de complejidad progresiva que resolverá siguiendo un proceso sistemático de análisis, diseñando primero lo que luego calculará. Mediante esta metodología, además de lograr una mejor aproximación a los problemas reales, se incentivará mucho más al alumno en el proceso de aprendizaje. Se debe tener presente que al ingeniero se le plantearán problemas reales de la forma: “ Lo que se necesita es un...”, es decir, una necesidad u objetivo específico a la que deberá dar la solución más favorable.

Estas fueron algunas de las consideraciones relevadas al momento de evaluar el plan de estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica. Las reformas introducidas, imponen cambios en la modalidad con que se enseña en virtud de las nuevas necesidades del sistema productivo, vinculando los estudios con la realidad.

No es posible establecer un Plan de Estudios de Ingeniería Mecánica utilizando el camino del desarrollo detallado de las posibles temáticas que pueda abarcar. Dado el contexto actual de incertidumbre, que representa una dificultad adicional para hacer predicciones en los campos científicos y tecnológicos, en la producción de bienes y servicios, las universidades están obligadas a preparar al futuro egresado con elementos generales y formativos que le permitan adaptarse tanto a los permanentes cambios tecnológicos como a situaciones laborales particulares que lo obliguen a desarrollar tareas de diferentes especialidades [6].

Como esto no garantiza un perfil profesional adecuado a las necesidades del medio, debe acompañarse de la adquisición de una metodología de trabajo que promueva la aplicación de los conocimientos adquiridos en forma crítica y creativa. Estas exigencias no se alcanzan en una maratón acumulativa de conocimientos, sino que exige la racionalización de los contenidos de las asignaturas, eliminando los demasiado específicos.

Esto se ve reflejado en la nueva metodología de enseñanza adoptada para la materia de aplicación práctica “Transportes Industriales”, a la que los alumnos llegan con los conocimientos necesarios para realizar un proyecto de tipo integrador.

El curso está orientado hacia la selección, proyecto y cálculo de los distintos tipos de transportadores usados en la industria, la minería, el movimiento de granos y materiales en general, con particular énfasis en los utilizados en la zona de influencia de esta Universidad. En cada ciclo lectivo se presentan los grupos básicos y más representativos de transportadores y de acuerdo a la disponibilidad de tiempo, se presentan otros, de aplicación más específica.

Considerando todos los tópicos anteriores y la experiencia adquirida durante los años de dictado de la asignatura, el cuerpo docente decidió que se debían efectuar modificaciones, que fueron puestas en vigencia en el año 2007. Los resultados de esta primera experiencia sirvieron de base para implementar nuevas estrategias para alcanzar las metas propuestas.

#### **4. OBJETIVOS**

El nuevo cronograma de las clases teóricas y prácticas busca lograr los siguientes objetivos:

- Promover la asistencia a clase dado que la participación de los alumnos logra una mejor transferencia de conocimiento y comunicación.
- Desarrollar el criterio de los alumnos en la selección de los diferentes transportes y de los elementos que lo conforman a través de problemas planteados durante las clases teóricas.
- Integrar los conocimientos previos adquiridos al momento de realizar el proyecto completo y sustentable. En las soluciones propuestas se requerirá la inclusión de conceptos, conocimientos y juicios que den validez y aceptación a la misma.
- Propender al entendimiento conceptual de los problemas antes que a la aplicación indiferenciada de las técnicas conocidas. Este entendimiento se alcanza con la elaboración y la aplicación de la información disponible en una determinada cuestión o problema en un contexto específico.
- Aceptar que existen múltiples maneras de resolver un problema y que se debe adoptar la apropiada en función de los diversos factores involucrados.
- Colaborar con la afirmación del conocimiento teórico adquirido a través de la impresión de la realidad y su relación directa con el objeto en estudio.
- Interactuar con el medio durante las visitas a planta.
- Fomentar la capacidad de investigación y habilidad para buscar, procesar y aplicar la información relevante.
- Desarrollar la comunicación oral y escrita de los futuros profesionales para estar en condiciones de explicar, argumentar y justificar una idea o un proyecto.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Promover la utilización de los programas informáticos actuales de diseño.
- Desarrollar sus aptitudes autónomas para la búsqueda de conocimiento; que pueda seguir aprendiendo en interés de su formación posterior y adaptarse al cambio continuo.
- Desarrollar la capacidad autocrítica, crítica y su formación ética en el desempeño profesional para que ponga en juego un buen juicio práctico.
- Estimular la capacidad creativa y autónoma.

## **5. MODIFICACIONES IMPLEMENTADAS**

Hasta el año 2006, se desarrollaban clases teóricas donde se enseñaban los distintos sistemas de transporte, su proyecto, cálculo y selección; con clases prácticas, que consistían en la realización de pequeños proyectos de cada uno de los equipos presentados en la teoría, el alumno presentaba el diseño, la selección y el cálculo para un caudal y condiciones de transporte determinados.

Para lograr los objetivos propuestos se implementaron las siguientes modificaciones en:

### **5.1. Las clases teóricas**

- Se cambió la modalidad dándole mayor dinámica y resaltando los conceptos básicos de los distintos temas. Se complementan con la entrega de material bibliográfico para su lectura y estudio.
- Se presentan en cada encuentro problemas reales, referidos al tema expuesto para que los alumnos propongan soluciones, generando un ámbito de discusión.
- Sobre el final del cuatrimestre, cuando ya se han desarrollado la mayoría de los temas teóricos, se proponen situaciones hipotéticas para que los alumnos efectúen la comparación de los distintos transportadores y así identificar la utilización óptima de cada uno de ellos.

### **5.2. Las clases prácticas**

Los alumnos se agrupan en comisiones de tres o, a lo sumo, cuatro integrantes.

La cátedra propone trabajos prácticos que deben presentarse con su diseño (anteproyecto) y cálculo en tiempo y forma para su corrección.

Por otra parte se requiere a todas las comisiones el desarrollo completo, de un mismo "proyecto integrador" donde los alumnos deben identificar, plantear y resolver la problemática que se les ha presentado. Es un proyecto integral con el análisis de sus necesidades, la viabilidad del mismo y su cálculo. Las comisiones deben presentar memorias descriptivas, de cálculo e ingeniería de detalle.

Al inicio del cuatrimestre se les entrega el cronograma de actividades y pautas de cursado y/o promoción, a los que deberán dar cumplimiento en el ciclo lectivo. Las distintas comisiones tendrán un seguimiento y evaluación continua durante el desarrollo del Proyecto asignado, hasta la fecha límite de presentación. La etapa final del proyecto consiste en la defensa oral del mismo ante los docentes de la cátedra y los alumnos de las otras comisiones, que podrán intervenir solicitando aclaraciones de las decisiones asumidas. El profesor puede indicar una revisión del trabajo y una nueva entrega con las correcciones propuestas.

Se efectúan visitas a plantas industriales, programadas con anterioridad a la entrega del proyecto de cada comisión, para que los alumnos tomen contacto con equipos de transporte integrados en una línea de producción que les facilite la observación, comprensión y razonamiento de lo expuesto en el aula.

### **5.3. Evaluación**

Los parámetros establecidos para las evaluaciones son:

- a) Cumplimiento en tiempo y forma de las presentaciones parciales y finales. Esta es una exigencia tanto para el proyecto integrador como así también para los trabajos prácticos.
- b) Los trabajos prácticos se evalúan, se califican y se devuelven con las correcciones pertinentes. Si bien se realizan las aclaraciones sobre las correcciones, éstas no son sometidas a un nuevo proceso de calificación.

- c) Calidad técnica y originalidad del proyecto presentado
- d) Calidad de presentación de las memorias descriptivas, de cálculo e ingeniería de detalle.
- e) Defensa oral del Proyecto Integrador

Los alumnos que cumplan con los parámetros previamente citados, estarán en condiciones de promocionar la materia mediante una evaluación personal para establecer la calificación final.

Los alumnos que no cumplan en su totalidad con dichos parámetros de evaluación, pueden o no cursar la materia, dependiendo esta decisión, del nivel alcanzado y del cumplimiento.

## **6. CONCLUSIONES**

Teniendo en cuenta que estas modificaciones han sido de reciente implementación, los resultados obtenidos son alentadores. El sistema adoptado permite realizar evaluaciones y correcciones continuas. Y, al finalizar el ciclo lectivo se puede estimar el nivel de conocimientos que han alcanzado los alumnos. Por otra parte los alumnos tienen la opción de promocionar la materia. El mencionado beneficio colabora en la concreción del Plan de Carrera en menores tiempos.

Con las nuevas pautas adoptadas, el alumno está capacitado para cumplir las siguientes metas: programar una actividad completa; cumplir pautas de tiempo establecidas; trabajar en equipo; comunicarse clara y efectivamente; cumplir reglamentaciones vigentes; utilizar normas y elementos y equipos disponibles en el mercado nacional e internacional; tratar con proveedores; mejorar en el uso de programas informáticos, tanto de sistemas de representación asistido como de texto y cálculo.

Si bien los objetivos alcanzados son satisfactorios, siempre quedan mejoras posibles y es la motivación del grupo docente para seguir avanzando en la búsqueda de nuevas alternativas para una ingeniería mejor.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Villarroel G. y Herrera S., Sobre la posibilidad de aplicar la metodología orientada al proyecto, en la enseñanza de la ingeniería de la universidad de Tarapacá-Chile. *Rev. Fac. Ing. - Univ. Tarapacá*, dic. 2004, Vol.12, No.2, p.74-83. ISSN 0718-1337
- [2] A. Zabala; "La práctica educativa. Cómo enseñar", editorial Grao, Barcelona, 2000.
- [3] C. Monereo y otros; "Estrategias de enseñanza y aprendizaje", editorial Grao, Barcelona, 1997.
- [4] A. Valcárcel; "Didáctica universitaria", editorial La Muralla, S.A., Madrid, 2001.
- [5] Torroja Miret, Eduardo; Razón y Ser de los Tipos Estructurales, Instituto C.C. E. Torroja, Madrid, 2000.
- [6] Xodo Daniel, "Requerimientos actuales en la formación de ingenieros", Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería, Año 2 N°3 – Julio de 2001.