



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios  
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014  
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

# INDUSTRIA AL AULA: UNA METODOLOGÍA EXITOSA EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

Carlos Otero Palencia, Carmenza Luna Amaya

Universidad del Norte  
Barranquilla, Colombia

## Resumen

El siguiente artículo presenta una experiencia de innovación pedagógica aplicada en la clase Estudio del Trabajo ubicada en quinto semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte. *"Industria al Aula"* es una metodología que busca potenciar la motivación de los estudiantes hacia las actividades de tipo práctico, a través de situaciones que incluyen elementos que emulan las problemáticas reales de las industrias. El desarrollo de la metodología incluye recrear todo un marco ambiental y situacional, tal como se presentaría en cualquier empresa. Las distintas prácticas de laboratorio utilizadas estimulan el desarrollo de diversas competencias y habilidades interpersonales en el estudiante basándose en toda su capacidad racional, intuitiva y en los conocimientos teóricos adquiridos en la clase.

**Palabras clave:** innovación pedagógica; industria al aula; laboratorio de estudio del trabajo

## Abstract

This article presents a pedagogical experience innovation applied in the Work Study subject taught in fifth semester of the Industrial Engineering program at Universidad del Norte. *"Industrial al Aula"* is a methodology that aims to promote the students motivation towards the practical activities, through class situations which includes elements that emulates the real problematic of the industries. The implementation of the methodology includes the recreation of the environmental and situational framework, as would appear in any company. The different labs are used to stimulate the development of abilities and interpersonal skills in students based on its rational, intuitive ability and theoretical knowledge acquired in class.

**Keywords:** pedagogical innovation; "industria al aula"; laboratory work

## 1. Introducción

Un factor determinante para el éxito en la formación de ingenieros, es la motivación e interés que los estudiantes colocan en el desarrollo de su vida académica, además del deseo y motivación personal que pueda tener cada uno de estos, es fundamental que desde las universidades se anime y energice ese impulso. Los profesores de la asignatura de Estudio del trabajo de la Universidad del Norte, conscientes de esta necesidad se han dado a la tarea de averiguar cuáles son esos motivantes que hacen que los aprendices de ingeniería se mantengan enérgicos e interesados en el desarrollo de las clases, luego de una serie de discusiones se llegó a la conclusión que estos jóvenes, se encuentran muy animados cuando se enfrentan a

situaciones que los acerca a la industria, sobre todo cuando tienen la sensación de que realizan actividades tal como se hacen en la vida real o cuando emulan aspectos de un profesional de la ingeniería en el ámbito empresarial.

Una forma que resultó efectiva para potenciar la motivación del estudiante, fue llevando problemáticas que en la actualidad se presentan en diversas industrias, apoyados por una serie de egresados de la Universidad, investigadores y profesores del departamento. La presentación de estas situaciones incluyó un marco situacional y un ambiente especial parecido al que perfectamente podría presentarse en cualquier sala de juntas, lo que conllevó a exigir al estudiante adoptar una actitud acorde con la situación, incluyendo la necesidad de emplear un lenguaje técnico apropiado y una alta exigencia en la presentación de informes. Los resultados obtenidos fueron muy positivos, incluso fueron evidentes en los componentes calificables de la asignatura.

Todas las practicas impartidas tuvieron la característica de explotar muchas de las capacidades y habilidades de los estudiantes, incluso fueron un medio para descubrir competencias que ellos mismos no eran conscientes que podían tener, al final de cada experiencia se realizó un debate donde ellos mismos destacaron los factores que consideraron importantes para su formación.

## 2. Antecedentes

La asignatura de Estudio del Trabajo forma parte de los cursos de formación profesional en el plan de estudios del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad del Norte. El modelo para el desarrollo de la asignatura se basa en la dirección de un profesor titular, que cuenta con vasta experiencia en docencia e investigación, apoyado por un profesor asistente, quien cursa maestría en ingeniería industrial.

La materia contiene un componente teórico y uno práctico, el primero está a cargo del profesor titular que imparte las clases en aulas magistrales, mientras que el segundo es responsabilidad del profesor asistente que imparte sus clases en el laboratorio de Operaciones Logísticas, adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial. Los componentes calificables se dividen en exámenes escritos, en una nota correspondiente a informes producto de prácticas del laboratorio y un proyecto final. Este último consiste en la aplicación de todos los conceptos y herramientas aprendidas durante el semestre en una empresa local, ya sea de manufactura o servicios, con el objetivo de identificar problemáticas bajo el enfoque característico del Estudio del Trabajo, de forma que sea posible aplicar las técnicas estudiadas para dar solución a los problemas identificados.

El clima característico de la clase es por lo general muy favorable, los estudiantes tienen la disposición adecuada para aprender y logran interiorizar la importancia de la asignatura dentro de su plan de carrera. El proyecto final resulta ser la experiencia más motivante y enriquecedora de la clase, sobre todo por el hecho de que es, en este momento, donde logran palpar la utilidad del curso en su vida profesional.

Semestre tras semestre los resultados son consistentes, el proyecto de aplicación realmente rompe los paradigmas con los que usualmente llegan los estudiantes a cursar la materia, sobre todo les permite entender la diferencia que puede existir entre lo impartido en la academia y la diversidad de situaciones que pueden ocurrir en la realidad.

Previo a Estudio del Trabajo, los estudiantes han cursado todas las materias nucleares y de ciencias básicas pero muy pocas de carácter profesional, por lo que la asignatura se convierte en una oportunidad importante para reconocer de primera mano la importancia de la labor del ingeniero en el entorno empresarial y social.

Se ha identificado que los estudiantes se encuentran muy receptivos y animados cuando pueden desarrollar experiencias que guardan estrecha similitud con lo que es la realidad industrial, de hecho un interrogante que muchos estudiantes se formulan a lo largo de toda la carrera es acerca de cómo es la vida cotidiana de un ingeniero en la industria y poco animados con los componentes teóricos o poco prácticos.

Por todos los antecedentes los profesores de la asignatura diseñaron un proyecto piloto que llamaron "Industria al Aula" para brindar a los estudiantes un entorno simulado de empresa que permitiera utilizar una metodología de aprendizaje basada en situaciones "Reales" que les permitiera enfrentarse a la toma de decisiones para mejorar problemas y situaciones puntuales. Esta experiencia reforzó el componente práctico a lo largo del semestre.

### 3. Desarrollo del proyecto “Industria al Aula”

El objetivo fundamental del proyecto “Industria al Aula” es explotar el deseo que tienen los estudiantes de vivenciar experiencias aplicables a la vida real con la aplicación de los temas teóricos en el laboratorio. Es por esto que el proyecto se subordinó a esta premisa, pero nunca se olvidó que debía mantenerse la rigurosidad académica propia de la asignatura.

Bajo estos lineamientos se decidió entonces que en el laboratorio gradualmente se iba induciendo al estudiante a un acercamiento cada vez mayor con la industria. Parte del éxito de la metodología de trabajo, se basó en la inclusión de un marco situacional y una serie de roles que debían adoptar los estudiantes de manera responsable y seria, pero manteniendo los componentes teóricos y prácticos tradicionales.

El primer paso a modo de inducción gradual a la nueva metodología, consistió en darle un trato al estudiante tal como se le da a un profesional de la ingeniería con trayectoria, manteniendo siempre un vocabulario muy técnico a la hora de dirigirles la palabra, llamándolos no por su nombre o apellido sino empleando la palabra “Ingeniero”, generando frecuentes cuestionamientos y dándoles la oportunidad de razonar para dar una respuesta oportuna y sobre todo nunca demeritando su opinión.

En el desarrollo de una clase tradicional el trato no deja de ser cordial y respetuoso, pero en este caso lo que se buscaba era tratar de llevar al estudiante al mismo nivel del profesor, obligándolos a ganarse ese respeto o “posición virtual” que en su imaginario habían recreado. Esta situación generó resultados muy favorables y casi la totalidad de los estudiantes adoptó una actitud muy respetuosa hacia el profesor y sus compañeros, de hecho con el transcurrir de los días se generaron muchos debates acerca de temas de la clase, pero siempre sustentados con fundamentos teóricos que en ocasiones incluso correspondían a temarios de semestres superiores. Este primer paso se dio pasadas las primeras dos semanas de clases, de forma que se logrará tener un reconocimiento actitudinal de las características del grupo, indudablemente los resultados superaron las expectativas, por lo que se decidió dar un paso más hacia el objetivo de llevar el ambiente industrial a nuestras aulas de clase.

El segundo paso consistió aumentar la exigencia en los escritos y forma de redacción del grupo, pero se incluyó un componente adicional, además de los informes de laboratorio tradicionales, en algunos casos debían empezar a redactar informes netamente ejecutivos, tal como se hace un ingeniero en la vida profesional. Los primeros resultados no fueron los mejores, sin embargo poco a poco se fue interiorizando la necesidad de mejorar sistemáticamente la forma de expresarse por medio escrito, la idea consistía en simular situaciones en que un ingeniero de planta debía presentar una idea a uno de sus superiores, en otras ocasiones los manuscritos debían solventar un requerimiento de un diagnóstico técnico.

Los resultados finales fueron muy prometedores, ya que no sólo se mejoró notablemente la forma de escribir sino que simultáneamente la forma de expresión oral fue significativamente mejor. Luego de estos avances, se decidió dar el último paso, el más arriesgado de todos.

El tercer paso consistió en consultar con egresados, investigadores y profesores del departamento acerca de las situaciones que en la actualidad y que por tradición generaban dificultades en el desarrollo de las actividades de un ingeniero en la industria, pero siempre enfocados en los temas impartidos en las clases, guardando el cuidado de que las soluciones pudieran ser abordadas desde el Estudio del Trabajo. Listadas una serie de problemáticas, se procedió a hacer un balance de cuáles de estas podían ser simuladas dentro de los laboratorios de la Universidad teniendo en cuenta la existencia de material educativo y considerando que las situaciones debían apegarse fielmente a los objetivos de la metodología. Luego de escogidas las situaciones, se llevaron a la clase teniendo en cuenta que ya se contaba con un ambiente favorable y asignando un rol particular a cada estudiante.

A lo largo del desarrollo de las distintas prácticas los integrantes del grupo debieron asumir mayores responsabilidades, simulando ascensos dentro de un organigrama empresarial, lo cual implicaba tomar decisiones cada vez más arriesgadas, en ocasiones las decisiones debían ser tomadas de forma individual, poniendo en riesgo el bienestar “virtual” de sus compañeros, mientras que en otros casos las decisiones debían ser tomadas de forma grupal. Dentro de la serie de roles adoptados hubo posiciones desde operarios no calificados hasta altos mandos ejecutivos, dando la oportunidad de intercambio, pero sobre todo vislumbrando las implicaciones que tiene una mala o buena decisión por parte de un dirigente. Al final de cada práctica se realizó una mesa de negociación donde se hicieron balances acerca del desarrollo de la simulación, se destacaron las mejores prácticas implementadas y se analizó las implicaciones de cada decisión tomada con un enfoque desde varios frentes, ya sean sociales, ambientales, éticos, financieros, gubernamentales, entre otros.

Cabe destacar que en todas las simulaciones los estudiantes se enfrentaron a restricciones de diversos tipos, como la demanda, capacidad de producción, cuellos de botella, regulaciones gubernamentales, que les implicó razonar acerca de la variedad de soluciones que podían emprenderse. Esto también se pudo lograr gracias a las características del actual laboratorio de Operaciones Logísticas, el cual consta de una línea de ensamble principalmente.

Haciendo un balance general del proceso, es posible decir que la experiencia desbordó, por mucho, los resultados esperados, evidenciando incluso el éxito del proyecto en los componentes calificables de la asignatura. Los estudiantes que participaron de la metodología se mostraron muy receptivos, interesados, dispuestos a aprender pero sobre todo muy motivado. Fue muy gratificante para los profesores recibir retroalimentación del proceso y conocer la percepción positiva que tuvieron los participantes. Muchos expresaron que de esta forma reafirmaron su deseo por convertirse en ingenieros industriales y agradecieron la oportunidad de vislumbrarles la realidad de la labor de un profesional de ingeniería.

#### 4. Socialización de prácticas destacadas

En el marco de la metodología, se realizaron múltiples experiencias de laboratorio, sin embargo de manera ilustrativa se presentará una de las prácticas que resultó más significativa, ya que incluyó la simulación de una línea de manufactura para fabricar toma corrientes tipo americano. Las partes llegaban procedentes de un proveedor y debían ser recepcionadas por el encargado de almacén, quien debía ubicarlas dentro de los estantes del laboratorio según le parecía conveniente, luego un estudiante que ocupaba el rol de coordinador de producción debía seleccionar a 6 de sus compañeros para que ocuparan puestos dentro de la línea, la labor de estos era realizar el ensamble de las piezas en una configuración en serie, el armado de cada sección del toma corriente conllevaba una dificultad particular, lo que generaba aun mayor dificultad para el coordinador puesto no era fácil decidir los elementos que debía incluir cada una de las operaciones, finalmente la pieza armada se dirigía a un inspector quien decidía bajo unos parámetros de calidad que sólo él conocía si la pieza se consideraba conforme o no, en caso de que la pieza no fuera conforme debía ser dirigida a un encargado de desarmar las piezas y un patinador debía ubicarlas donde correspondiera, en caso de presentarse una conformidad se debían ser empacados en bolsas individuales adicionando los accesorios de instalación y guardados en cajas de 5 unidades cada una, en cada estación de trabajo existía un supervisor quien analizaba el rendimiento y forma de trabajo del operario. Existían cargos de gerente, coordinador de producción, inspectores, operarios, almacenista, patinador y supervisores, por su parte el profesor hacía las veces de presidente de la empresa. El objetivo de la línea era satisfacer un pedido con una cantidad particular de piezas, sin embargo debido a la dificultad del armado y de la rapidez con que debía ser hecho, muchas veces se presentaban no conformidades, las cuales representaban costos adicionales y tiempo perdido. Al final debían responderse ciertas preguntas dirigidas hacia el rendimiento de la línea y de sus operarios, luego se intercambiaban los roles y se trataba de encontrar las mejores prácticas.

La experiencia fue muy enriquecedora, puesto que los estudiantes se enfrentaron a situaciones de presión y de toma de decisiones rápidas que tenían implicaciones sobre el bienestar de sus compañeros, muchas veces el desespero y la presión los llevó a tomar decisiones equivocadas e incluso de perder el control del proceso, en ocasiones la desesperación los llevó a adoptar posiciones inapropiadas que los llevó a ser penalizados. En esta experiencia era indispensable trabajar en equipo, situación que generó una dificultad adicional, puesto que ponerse de acuerdo no les resultó fácil y fue imperante que los estudiantes con altos rangos tomaran las decisiones finales, presentándose situaciones de estrés. La práctica fue diseñada para que fuera muy difícil completar el pedido exigido, por lo que debían realizar modificaciones en la línea, reubicar empleados o cambiar los esquemas de producción.

Finalmente en una junta directiva se debía hacer un análisis detallado de los problemas presentados y de las formas o propuestas para mitigarlos. Al final de la simulación se recogieron los puntos de vista de los estudiantes que en general manifestaron su agrado por la experiencia e incluso solicitaron la repetición de la práctica; las investigaciones y propuestas presentadas por los estudiantes desbordaron los resultados esperados, convirtiéndose en una motivación que se vio reflejada en actitud y en los resultados de las notas de laboratorio.

Una de las misiones del programa de ingeniería industrial de la Universidad del Norte, es formar ingenieros íntegros, con una diversidad de habilidades y competencias que les permita un desarrollo oportuno y eficaz dentro de las dinámicas organizaciones actuales. En el desarrollo de la práctica fueron destacadas las siguientes competencias:

- Capacidad de toma de decisiones bajo presión

- Capacidad de trabajar en equipo
- Capacidad de adaptación
- Liderazgo
- Responsabilidad
- Capacidad de identificar problemas
- Comunicación efectiva

Sumada a las competencias, se lograron evaluar conocimientos técnicos y de herramientas propias de la asignatura como:

- Análisis y cálculo de la productividad
- Identificación de problemas de organización de la planta
- Elaboración de curvas de aprendizaje
- Elaboración de diagramas de Pareto
- Diagramación de procesos
- Aplicación de la técnica del interrogatorio
- Elaboración de diagramas bimanuales
- Elaboración de cursogramas sinópticos

## 5. Conclusiones y líneas futuras

Incluir elementos innovadores en el desarrollo de las clases de Estudio del Trabajo, fue una apuesta importante que hicieron los profesores de esta materia en la Universidad del Norte. Uno de los principales resultados de esta experiencia fue crear un ambiente motivador que facilitó el aprendizaje de los conceptos teóricos, logrando además que los estudiantes se sintieran más identificados con su carrera.

La aplicación de este proyecto piloto facilitó el desarrollo de competencias como el trabajo en equipo, liderazgo, comunicación efectiva y la capacidad para la identificación de problemas principalmente.

Esta fue una primera aproximación de una metodología que se espera mejorar y diseñar de manera que sea aplicable a otras asignaturas. Extender esta experiencia busca elevar la motivación y la capacidad de aprendizaje de los estudiantes que participen en estos proyectos de innovación.

### Sobre los autores

- **Carlos Otero Palencia:** Ingeniero Industrial. Profesor asistente asignatura de Estudio del Trabajo, Departamento de Ingeniería Industrial Universidad del Norte. Magíster en Ingeniería Industrial (c).
- **Carmenza Luna Amaya:** Doctora en Ingeniería Industrial. asignatura de Estudio del Trabajo, Departamento de Ingeniería Industrial Universidad del Norte.

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)