



CURSO INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL, INCUBADORA DE BUENAS PRÁCTICAS

Juan Camilo Bravo, Juan José Cardona, Juliana Jaramillo

**Universidad Icesi
Cali, Colombia**

Resumen

En este artículo sistematizamos la concepción, diseño, implementación y operación del curso Introducción a la Ingeniería Industrial. Este curso fue modificado en el proceso de reforma curricular del programa de Ingeniería Industrial de la universidad Icesi. La modificación del curso se inició desde la definición de competencias, sus niveles de desarrollo y temáticas siguiendo con la planeación, diseño y ajuste de las actividades de enseñanza y aprendizaje basadas en metodología de aprendizaje activo (lúdica, juegos serios) hasta la capacitación de los nuevos docentes que facilitan este curso. Se ha identificado en los 6 semestres que se ha puesto en marcha este curso, la necesidad de ir ajustando las actividades de enseñanza y aprendizaje en respuesta al nivel de autonomía de los estudiantes desarrollada en la educación secundaria. Este factor, hace necesario que quienes faciliten este curso deben tener destrezas y conocimientos que permitan dar respuesta a las necesidades de estos estudiantes que inician sus estudios de pregrado.

El curso de Introducción a la Ingeniería Industrial busca que el estudiante vivencie competencias y conceptos que necesitará para desempeñarse en su carrera profesional permitiéndole tener una visión general del rol que desempeñará en la sociedad al obtener su título; es el primer acercamiento que tienen a esta profesión y es de carácter obligatorio. El curso está compuesto en más de un 50 % por actividades lúdicas donde los estudiantes tienen la oportunidad de experimentar casos de la vida real y asumir juego de roles y simulación. Los conceptos de ingeniería que experimentan incluyen: diferentes roles que puede desempeñar, identificación de problemas usando herramientas (lluvia de ideas, espina de pescado, pareto), investigación de operaciones, calidad de las operaciones, gestión de recursos, ética y responsabilidad laboral.

Entre las estrategias didácticas, hay un proyecto transversal que tiene como objetivo identificar un problema en una empresa, determinar sus causas principales y bosquejar una solución. Este proyecto se trabaja en equipos conformados por máximo 4 estudiantes y tiene como entregable un trabajo escrito y una socialización ante un grupo de personas externas. Estos deben incluir el análisis del problema usando alguna herramienta de ingeniería tanto en la identificación de las causas como en la generación de la propuesta de solución y las conclusiones.

El curso requiere de una coordinación, que garantiza la ejecución de la planeación del curso y la disponibilidad de recursos necesarios para las actividades, entre ellos monitores, equipos y espacios adecuados.

Palabras clave: aprendizaje activo; mejoramiento continuo; competencias docentes

Abstract

In this article we systematize the conception, design, implementation and operation of the Introduction to Industrial Engineering course. This course was modified in the curricular reform process of the Industrial Engineering program of Universidad Icesi in 2015. The course was modified from the definition of competencies, their levels of development and themes following the planning, design and adjustment of teaching and learning activities based on active learning methodology (playful, serious games) to the training of new faculty who facilitate this course. The need to adjust teaching and learning activities in response to the level of autonomy of students developed in secondary education has been identified in the 6 semesters that this course has been implemented. This factor makes it necessary that those who facilitate this course must have the skills and knowledge to meet the needs of these students who begin their undergraduate studies.

The course of Introduction to Industrial Engineering seeks that the student experiences the skills and concepts that will need to perform in his professional career allowing him to have a general vision of the role that will play in the society when obtaining its title; Is the first approach they have to this profession and is mandatory. The course is composed of more than 50% of play activities where students have the opportunity to experience real life cases and assume role play and simulation. The engineering concepts they experience include: different roles they can play, problem identification using tools (brainstorming, fishbone, pareto), operations research, quality of operations, resource management, ethics, and job responsibility.

Among the didactic strategies, there is a transversal project that aims to identify a problem in a company, determine its main causes and outline a solution. To work in the project, the teams must be formed by a maximum of 4 students and has a written work and a socialization (oral presentation) before a group of external people. These should include the problem analysis using some engineering tool both in the identification of the causes and in the generation of the solution proposal and conclusions.

The course requires coordination, which guarantees the execution of course planning and the availability of resources necessary for activities, including adequate instructors, equipment and spaces.

Keywords: *active learning; continuous improvement; faculty competence*

1. Introducción

El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Icesi inició en el segundo semestre de 1997 bajo los principios fundamentales del Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la universidad. Graduó a su primera promoción en el año 2002, con 20 graduados. Desde el año 2010 se introdujo en el programa el curso de Introducción a la Ingeniería Industrial. Este funcionaba con la modalidad de “un profesor por sesión, un profesor por tema” en donde no había un empoderado/dueño del curso, sino que eran sesiones por separado que finalizaban con una evaluación, en donde el objetivo era darles una visión general a los estudiantes sobre los campos de acción de la carrera. Sin embargo, este objetivo no se lograba al no tener una correcta alineación con los principios fundamentales del PEI y los objetivos de aprendizaje a desarrollar; no se eligieron unas correctas estrategias de aprendizaje y no existía una coordinación entre los profesores que intervenían en el proceso educativo para darle continuidad y coherencia.

En 2013, el programa, se fundamenta en la metodología CDIO (Conceive, Design, Implement and Operate) para hacer un proceso de revisión curricular, que conllevando a una modificación del curso de Introducción a la Ingeniería Industrial considerando estrategias de aprendizaje que permitieran a los estudiantes la concepción, el diseño, la implementación y operación en el futuro de su carrera. Este primer ciclo comienza a operar en el año 2014. En este documento se pretende contar los cambios realizados resaltando aquellos que se consideran exitosos y las lecciones aprendidas durante el proceso.

2. Metodología

En la primera etapa del proceso, correspondiente a la revisión curricular, se usó como marco teórico la metodología de CDIO, específicamente su Syllabus (Crawley, et al., 2014), el cual, estableciendo unos Objetivos de Aprendizaje por cada materia y el nivel de desarrollo que se les iba a dar (Introducción, Enseñanza o Aplicación). En el caso de Introducción a la Ingeniería Industrial, el alcance de estos objetivos de aprendizaje está en nivel de Introducción, es decir, es trabajado en una actividad. En la **Tabla 1**, se puede observar los Objetivos de Aprendizaje seleccionados para la materia.

En una segunda instancia se desarrolló un documento Mesocurricular llamado Ficha del curso, el cual permitía asociar los Objetivos de Aprendizaje seleccionados del Syllabus de CDIO con unos temas que se esperaban desarrollar en la materia, la relación entre ambos permite definir los objetivos terminales del curso. Estos últimos

muy importantes, porque determina la forma en cómo el profesor acuerda con el estudiante y con la sociedad, qué se va a lograr en el curso. Esto facilita ligar los conceptos y habilidades que se van a desarrollar más adelante en el programa del curso.

Competencias	Objetivos de Aprendizaje de competencias	Introducción a la Ingeniería Industrial
1.2 Fundamentos de Ingeniería Industrial	1.2.1 Gestión de recursos y Sostenibilidad	
	1.2.2 Mejoramiento de procesos	
	1.2.3 Modelado y Simulación	
2.1 Razonamiento analítico y solución de problemas	2.1.1 Identificación y formulación del problema	
	2.1.2 Modelado	
2.3 Pensamiento sistémico	2.3.1 Pensamiento Holístico	
2.4 Actitudes, pensamiento y aprendizaje	2.4.7 Gestión del tiempo y los recursos	
2.5 Ética, equidad y otras responsabilidades	2.5.1 Ética e integridad profesional	
3.2. Comunicación Efectiva	3.2.5 Comunicación gráfica	
	3.2.6 Presentación oral y comunicación interpersonal	
4.1. Contexto Externo y Social	4.1.1 Roles y responsabilidades de los ingenieros	
	4.1.2 El impacto de la ingeniería en la sociedad	
4.6. Operación	4.6.1 Diseñar y optimizar las operaciones	
	4.6.4 Mejoramiento y evaluación de los sistemas	
	4.6.6 Gestión de las operaciones	

Tabla 1: Extracto Matriz de cruce Competencias septiembre de 2014

En la tercera etapa se desarrolló el Programa del curso, el cual especifica los temas a desarrollar, los referentes bibliográficos, estrategias de aprendizaje y forma de evaluación. La forma de evaluación y estrategias de aprendizaje seleccionadas debían priorizar el trabajo activo de los estudiantes y permitirle por medio del juego llevarle a reflexiones de alto nivel sobre el futuro de su carrera.

Finalmente se desarrolló un proceso de seguimiento y control, por medio de una figura de coordinación, comités de seguimiento y registro de la información y se incluyó en cada ciclo cambios que beneficiaran el desarrollo del plan trazado.

3. Estrategias de Enseñanza/Aprendizaje

Como se describe en la metodología, en el desarrollo microcurricular del curso que da como resultado el programa del curso, se puso en discusión una serie de estrategias de Enseñanza/Aprendizaje que lograran ayudar a que los estudiantes desarrollaran las capacidades identificadas en la revisión curricular. Entre ellas (algunas usadas con más frecuencia que otras): La Clase Magistral, La discusión en clase sobre lecturas previas usando guías de lectura, Prácticas de laboratorio, Presentaciones orales por parte de los estudiantes, el uso de Juegos Serios y los Juegos de rol. Sobre ellas se

consideró cuáles podrían dar un aporte mayor al propósito del PEI, “Convertir la Universidad, de un sitio de instrucción, en un centro de estudio”, (González, 2011), ofreciendo algunos elementos claves como lo son la habilidad de comunicación, el pensamiento crítico, el aprendizaje continuo y el trabajo en equipo. También se consideró en el análisis la necesidad de que los estudiantes pudieran Concebir una idea, Diseñarla, Implementarla y Operarla. Así pues, se le dio mayor prioridad a las estrategias que invitaran al estudiante al uso de elementos de tipo tangible que permitieran desarrollar ideas a través de la interacción con objetos, pares y situaciones que simulen los procesos reales a los que un ingeniero industrial se ve enfrentado una vez se encuentra en el mundo laboral.

Para la primera versión del curso con estas modificaciones, que se lanzó en el segundo semestre de 2014, se eligió el uso de las lúdicas y las prácticas de laboratorio para vincular a los estudiantes a este proceso de aprendizaje a través del juego, complementado con unas clases de tipo magistral, discusiones grupales y un proyecto transversal que incluía una parte de investigación y otra parte la aplicación de las herramientas para identificación de problemas que se veían en el curso. Las prácticas desarrolladas fueron:

1. El Rol del Ingeniero Industrial: Que busca listar los campos de acción del ingeniero industrial, por medio de un ejemplo de fabricación de aviones en el cual se presentan diversas situaciones de decisión para un ingeniero industrial. En la *Imagen 1* se puede observar a unos estudiantes desarrollando la práctica.
2. Solución de problemas: En la que se presenta un proceso de empaque con múltiples fallas para que los estudiantes usen las herramientas de identificación de problemas y detecten causalidades y frecuencias de fallo.
3. Procesos productivos: En las que se les ofrecía una introducción al mundo de la producción y la logística.
4. Investigación de Operaciones: Donde se presentaba un problema con restricciones para fabricar muebles y se le daba la oportunidad a los estudiantes de con el uso de heurísticos tomar decisiones de fabricación para maximizar la utilidad.
5. Diagramas de flujo: En el cual se presentaba un proceso por medio de video y se representaba de forma gráfica usando las convenciones de diagramas de flujo.
6. Calidad: Por medio de la fabricación de camisas se introducía los conceptos de calidad, control de calidad, Aseguramiento de la Calidad, Percepción del Cliente, y Calidad Total.



Imagen 1: Estudiantes del curso Introducción a la Ingeniería Industrial 2015-1 desarrollando la práctica del rol del ingeniero industrial

Para garantizar el cumplimiento de los objetivos por medio del uso de este tipo de estrategias fue necesario desarrollar una Guía de Práctica para el profesor que compartían los diferentes profesores de la materia. En ella se determinaba todo el desarrollo de la sesión, paso a paso: los temas a discutir, los materiales a usar, las condiciones de espacio, cantidad de personas, formatos y preguntas de reflexión final. Asimismo, se desarrolló una Guía para el Estudiante para poder explicar los roles que desempeñará en cada práctica, para que estuviera preparado con antelación a la realización de la misma, estudiando los temas relacionados y para que al cierre de cada actividad pudiera presentar un informe donde consignara el aprendizaje logrado y el profesor pudiera dar cuenta de ello y evaluar el proceso. Estas guías fueron acompañadas de rúbricas de evaluación que permitieron un proceso más transparente y justo al momento de evaluar.

4. Proceso administrativo, gestión del conocimiento y mejoramiento continuo

Para los estudiantes, los cambios desarrollados en el curso presentaron una mejora sustancial. Por una parte, las estrategias de Enseñanza/Aprendizaje que se usan en la universidad para apoyar el PEI conciben al estudiante como responsable de su propio aprendizaje. Este cambio de paradigma frente al que traen de sus colegios, en los cuales la responsabilidad del aprendizaje recae sobre los maestros, hace que se presenten dificultades en los estudiantes que muchas veces se ven reflejadas en su desempeño académico e incluso en la deserción de la carrera. El uso de las lúdicas y las prácticas de laboratorio hasta el momento se ha presentado como una ayuda en la transición al uso de otras formas de aprender.

Por el lado de los profesores, el proceso también presentó retos. Por una parte, no todos los profesores habían desarrollado habilidades docentes para dirigir lúdicas, menos para diseñarlas y evaluar el proceso de aprendizaje una vez habiendo hecho uso de ellas. Para dar un ejemplo, que clarifique esta última parte (la evaluación), al terminar una práctica en la que los estudiantes se habían divertido, y habían entendido algún concepto, el profesor no sabía cómo certificar si efectivamente lo habían hecho y mucho menos en qué medida. ¿La solución estaba en volver a realizar

un examen escrito entonces? Por otra parte, cada profesor iba adquiriendo destrezas, conocimientos y descubriendo errores que mejoraba en las prácticas con sus estudiantes, pero a ritmo diferente. Incluso las prácticas podían ser modificadas existiendo varias versiones de ellas, y muchas veces estas versiones sólo existían en la cabeza de los profesores.

Ante estas dificultades, que ponían en riesgo la implementación del proceso que con tanto detalle se había cuidado en diseñar, se incluyó una figura de control, llamada Coordinador del Curso. Las funciones del Coordinador incluían: actualizar las prácticas, recopilar la información de mejoras realizadas por los profesores y divulgarla entre sus colegas, garantizando la estandarización éstas. También procurar recursos para una correcta ejecución, como el acompañamiento con monitores (estudiantes de semestres avanzados) y la compra de materiales (en las prácticas que así lo requirieran). Por último, cada semestre retroalimentar al equipo de trabajo mediante una reunión de cierre del curso.

5. Lecciones aprendidas

Para 2017, este proceso de revisión continua ha hecho que el curso cuente con 8 prácticas validadas, documentadas y corregidas constantemente; que se hayan incluido en ellas el uso de material de laboratorio, como equipos de alta tecnología de la marca Fishertecnik, para el desarrollo de prácticas de Diagramas de flujo y Pareto; que se haya incluido en el curso prácticas usando Juegos Serios de Computación como Offworld Trade Company; también un juego de roles para el desarrollo de la competencia Ética, y que se encuentren en desarrollo otras 4 prácticas más.

6. Referencias

- Crawley, E., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D., & Edström, K. (2014). Rethinking Engineering Education - The CDIO approach (2 ed.), pp 34, 61.
- Gonzalez, H. (2011). El aprendizaje activo y la formación universitaria. Cali: Universidad Icesi.
- Hernández, M. (2006). El portafolio del estudiante. Ficha Metodológica. Consultado el 10 de Marzo de 2015 en <http://www.recursosees.uji.es/fichas/fm4.pdf>
- Universidad Icesi. (2014). Programa de Ingeniería Industrial - Universidad Icesi. Consultado el 20 de Junio de 2016 en https://www.icesi.edu.co/ingenieria_industrial/Programa/objetivos_programa.php
- University of Indianapolis. (2016). Experience Design. Consultado el 20 de Junio de 2016 en <http://www.uindy.edu/cas/experience-design/major>

Sobre los autores

- **Juan Camilo Bravo.** Ingeniero Industrial, Universidad Icesi; Asistente de Mejoramiento Continuo y Acreditación Internacional de la Facultad de Ingeniería (MECA). jcbravo@icesi.edu.co
- **Juan José Cardona.** MBA, Universidad Icesi, 2012. Ingeniero Industrial, Universidad Icesi, 2006. Ingeniero de Sistemas, Universidad Icesi, 2006. Profesor Tiempo Completo, jjcardona@icesi.edu.co.
- **Juliana Jaramillo.** Ingeniera Industrial, Universidad Javeriana, candidata a Maestría en Ciencias de la Educación, Universidad Icesi; Directora de Mejoramiento Continuo y Acreditación Internacional de la Facultad de Ingeniería (MECA). jjaramillo@icesi.edu.co

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

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)