



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

Cartagena de Indias, Colombia
18 al 21 de septiembre de 2018



ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA EL CURSO PROYECTO SOCIAL UNIVERSITARIO-PSU MEDIANTE EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y POR COMPETENCIAS

**Ricardo Fernando Otero Caicedo, Giovanna Fiorillo Obando, Ricardo Abad
Barros Castro**

**Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá, Colombia**

Resumen

En esta ponencia se presenta el proceso de transformación del programa de Práctica Social del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Javeriana realizado desde el año 2014 a partir de la formulación de sus procesos y definición de las competencias necesarias para el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería, desde un enfoque de aprendizaje basado en proyectos y por competencias.

En este sentido, presentamos el caso de estudio de este proceso de transformación, que incluye el diseño y análisis de la estrategia pedagógica que busca promover en los estudiantes de último año de Ingeniería Industrial, competencias para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, entender la responsabilidad ética y profesional y comunicar sus ideas de manera efectiva. Este caso está aplicado en el curso "Proyecto Social Universitario" (PSU), el cual representa un espacio de formación en el que se enlazan la técnica y la acción social. PSU se enmarca en la misión y el proyecto educativo de la Universidad Javeriana y en la formación del ingeniero javeriano al fomentar y valorar su presencia en el país, contribuyendo especialmente a la solución interdisciplinaria de problemáticas que reconozcan el desarrollo sostenible, la pluralidad y diversidad y la tolerancia. Estas habilidades en el marco javeriano están en estrecha relación con las que se busca promover, en la educación en ingeniería, en entornos internacionales. El curso se desarrolla mediante 6 horas a la semana: 4 horas de trabajo de campo en la institución social beneficiaria y 2 horas de acompañamiento con el docente de la asignatura.

En el curso los estudiantes proponen soluciones a un problema de ingeniería, que impactan una comunidad en condición de vulnerabilidad social y económica. Para lograrlo, los estudiantes son asignados a una de dos líneas de acción: asesoría técnica o capacitación. En la asesoría técnica, realizan un diagnóstico de una microempresa, pequeño taller o fundación, seleccionan un problema relevante y usan la técnica más adecuada para su solución. En capacitación, los estudiantes definen el perfil de la comunidad, identifican sus necesidades de formación y formulan y ejecutan un plan de capacitación que responda a las mismas. Durante el proceso, el curso tiene previstos dos tipos de acompañamiento. Por un lado, un docente se reúne semanalmente con cada grupo para orientar, desde el punto de vista técnico y metodológico, la solución del problema. Por otro lado, los estudiantes tienen permanente contacto con un interlocutor de la comunidad beneficiada. El papel del interlocutor es asegurarse de que las soluciones sean pertinentes y relevantes para la comunidad. Finalizando el semestre, los estudiantes presentan de forma escrita y oral sus resultados para la Institución Social, beneficiarios del proyecto y el grupo de clase.

La medición del desempeño de los estudiantes PSU se realiza a través de rúbricas diseñadas para cada competencia. Se presenta el análisis de las mediciones en los años 2015 a 2017, con 450 estudiantes y 40 instituciones sociales o comunidades marginadas en la ciudad de Bogotá, en sus diferentes localidades. El análisis se fundamenta en la integración de las metodologías Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje por Competencias, especialmente considerando: a) la pertinencia de las evaluaciones y b) la coherencia entre los objetivos de aprendizaje y las actividades del curso. Como resultado se proponen acciones asociadas a las oportunidades de mejora encontradas y reflexiones sobre cómo estos hallazgos aportan al proceso de diseño de prácticas similares en otros contextos.

Palabras clave: estrategia pedagógica; proyecto social; aprendizaje por proyectos y competencias

Abstract

This paper presents the process of transformation of the Social Practice program of the Department of Industrial Engineering of the Javeriana University, carried out since 2014, from the formulation of its processes and definition of the necessary competences for the learning of Engineering students, from a project-based and competency-based learning approach.

In this sense, we present the case study of this transformation process, which includes the design and analysis of the pedagogical strategy that seeks to promote in the last year students of Industrial Engineering, skills to identify, formulate and solve engineering problems, understand ethical and professional responsibility and communicate their ideas effectively. This case is applied in the course "University Social Project" (PSU), which represents a training space in which technology and social action are linked. PSU is part of the mission and educational project of the Javeriana University and the training of the Xaverian engineer to promote and value their presence in the country, contributing especially to the interdisciplinary solution of problems that recognize sustainable development, plurality and diversity and the tolerance. These skills in the Javerian framework are closely related to those that are sought to promote, in engineering education, in international environments. The

course is developed by 6 hours a week: 4 hours of field work in the beneficiary social institution and 2 hours of accompaniment with the teacher of the subject.

In the course students propose solutions to an engineering problem, which impact a community in a situation of social and economic vulnerability. To achieve this, students are assigned to one of two lines of action: technical advice or training. In technical advice, they carry out a diagnosis of a microenterprise, small workshop or foundation, select a relevant problem and use the most appropriate technique for its solution. In training, students define the profile of the community, identify their training needs and formulate and execute a training plan that responds to them. During the process, the course has two types of accompaniment. On the one hand, a teacher meets weekly with each group to guide, from the technical and methodological point of view, the solution of the problem. On the other hand, the students have permanent contact with an interlocutor of the beneficiary community. The interlocutor's role is to ensure that the solutions are relevant and relevant to the community. At the end of the semester, the students present their results in written and oral form to the Social Institution, beneficiaries of the project and the class group.

The measurement of PSU student performance is done through rubrics designed for each competition. The analysis of the measurements in the years 2015 to 2017 is presented, with 450 students and 40 social institutions or marginalized communities in the city of Bogotá, in their different localities. The analysis is based on the integration of the methodologies Project Based Learning and Competency Learning, especially considering: a) the relevance of the evaluations and b) the coherence between the learning objectives and the activities of the course. As a result, actions associated with the opportunities for improvement found and reflections on how these findings contribute to the process of designing similar practices in other contexts are proposed.

Keywords: *pedagogical strategy; social project; learning by projects and competences*

1. Introducción

El curso PSU se enmarca en la misión y el proyecto educativo de la Pontificia Universidad Javeriana contribuyendo a dar respuesta y alternativas de mejoramiento ante determinadas problemáticas sociales. En este contexto, PSU está diseñado para que los estudiantes propongan soluciones a un problema de ingeniería, que impactan una comunidad en condición de vulnerabilidad social y económica. Se formulan proyectos de asesoría técnica y de Capacitación, en los cuales a través de herramientas de ingeniería se diagnostica la problemática, se seleccionan los problemas relevantes, se diseña un plan de trabajo y se identifican las propuestas de solución más acertadas tanto técnica como socialmente, entendiendo las características propias de la institución social vinculada al proyecto.

Esta asignatura de carácter teórico-práctico, permite crear vínculos entre la Universidad y el entorno colombiano, mediante acciones de intervención desarrolladas por los estudiantes y el acompañamiento docente, con el propósito primordial de satisfacer necesidades de grupos o comunidades vulnerables y fortalecer el ejercicio de su responsabilidad social.

A partir del año 2015 y considerando el entorno y cambios académicos, esta asignatura hace parte del proceso de reflexión con miras a la Acreditación Internacional ABET.

En el curso participan semestralmente un promedio de 100 estudiantes, con el acompañamiento de un docente del departamento Ingeniería Industrial por cada 25 estudiantes.

Este estudio presenta los cambios y transformaciones en el curso, teniendo en cuenta las dinámicas académicas, con el fin de evaluar el cumplimiento de los objetivos de formación planteados en el Syllabus del curso. Este análisis se realiza con base en la metodología de Aprendizaje por Proyectos y por Competencias.

2. Metodología del Proyecto

La metodología de trabajo para la implementación de este proyecto analítico es:

a. Diagnóstico del Proceso y Acompañamiento académico del curso hasta el periodo 2014-30

La práctica social tiene como propósito formativo el siguiente:

Proporcionar al estudiante una experiencia en la cual, mediante la aplicación práctica de los conocimientos de Ingeniería Industrial, se fortalezca el desarrollo de los sectores desfavorecidos, contribuyendo a la formación integral de los profesionales. Se desarrolla mediante 6 horas a la semana: 4 horas de trabajo de campo en la institución beneficiaria y 2 horas de encuentro con el docente de la asignatura. Semestralmente, se reciben entre 80 y 130 estudiantes.

Los proyectos de práctica social comprenden dos líneas de acción: la asesoría técnica y la capacitación. El proyecto se formula y se realiza el seguimiento mediante docentes del Departamento de Ingeniería Industrial.

Se diseñaron herramientas de soporte tanto académico como administrativo para lograr de manera eficiente retroalimentar a los estudiantes, realizar recomendaciones evaluativas y establecer indicadores de cumplimiento para los roles involucrados: estudiante, docente, beneficiario del proyecto.

El curso se desarrolla teniendo en cuenta el Syllabus (**anexo No. 1**) desarrollando las siguientes etapas:

- Pre-Inscripción de Estudiantes
- Matricula y Asignación de Proyectos
- Desarrollo del proyecto y entrega de informes
- Acompañamiento Docente
- Actividades y talleres formativos en el tema social
- Presentación de resultados a la institución social
- Evaluación y recomendación de continuidad o no de proyectos

Los aspectos evaluados son:

Informe Inicial- Diagnóstico y Plan de Trabajo

Primer informe en el que el estudiante realiza una evaluación preliminar de la Institución y presenta una propuesta de asesoría a través de un plan de trabajo completo.

Informe de Avance

Los docentes de la asignatura solicitarán a los estudiantes un reporte de avance que presente el estado actual del desarrollo de los objetivos y se realicen ajustes en el plan de trabajo de ser necesario. Este informe se realiza en la etapa intermedia del proyecto.

Informe Final- Resultados y Continuidad

Informe que presenta los resultados del proyecto y la propuesta de continuidad

Reporte de Campo- RECA

Este documento se entrega a la institución y contiene el registro de cada visita realizada por el estudiante para el desarrollo del proyecto.

Reuniones Académicas, Talleres y Actividades Complementarias

Asistencia y participación activa a clase, seminarios, talleres, reuniones académicas y demás actividades programadas en la Asignatura.

Exposición de los resultados del Proyecto Social

Presentación de los resultados finales del trabajo ante el docente del grupo, el representante de la institución y estudiantes del grupo de clase.

Concepto del Interlocutor

Evaluación que realiza el Interlocutor(a) del resultado final del proyecto desarrollado por el estudiante a lo largo del semestre académico.

Concepto del Docente

Evaluación que realiza el Docente(a) del resultado final del proyecto desarrollado por el estudiante a lo largo del semestre académico.

Se realiza mínimo una visita de seguimiento al proyecto, en caso de continuidad y dos visitas en caso de proyecto nuevo. De requerirse una visita o comunicación adicional, el docente la establece con cada representante de las instituciones beneficiarias.

b. El Aprendizaje basado en Proyectos y por Competencias asociado a PSU

El análisis pedagógico que sustenta este proceso de transformación del programa de prácticas sociales en el programa de Ingeniería Industrial involucra, por un lado, la promoción de competencias específicas que generen un perfil del ingeniero industrial que está requiriendo el mercado. Por otro lado, el enfoque pedagógico del aprendizaje basado en proyectos (project based learning) para promover el aprendizaje profundo (deep learning).

En el caso de la promoción de competencias para el ingeniero del siglo XXI, la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos (NAE, por sus iniciales en Inglés), ha establecido la necesidad de promover la definición y solución de problemas usando conocimiento profesional, técnico y científico; trabajando en equipo; entendiendo las necesidades de los "beneficiarios" de las soluciones y; teniendo en cuenta las restricciones económicas, políticas, éticas y sociales que pueden definir el posible rango de soluciones para los problemas de ingeniería y que hacen que los ingenieros tengan que interactuar con diferentes actores sociales (organizaciones públicas, privadas, ONGs, etc). (NAE, 2005). En este sentido, un marco conceptual que da luces sobre qué

ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA EL CURSO PROYECTO SOCIAL UNIVERSITARIO-PSU MEDIANTE EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y POR COMPETENCIAS

competencias son requeridas para un ingeniero industrial es el planteado por la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). Algunos de los resultados de aprendizaje planteados por ABET (2017) son:

Resultados de Aprendizaje Esperados	Acción Pedagógica PSU	Nivel de Cumplimiento (Concepto Docentes PSU)
Capacidad para diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas dentro de las limitaciones realistas tales como económicos, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, la fabricación, y la sostenibilidad.	Diagnóstico Plan de Trabajo Propuestas viables acorde a restricciones	MEDIO
Capacidad para trabajar en equipos multidisciplinares.	Proyectos Grupales	ALTO
Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	Plan de Trabajo	ALTO
Comprensión de la responsabilidad profesional y ética	Análisis de Contexto y Responsabilidad social de las decisiones de Ingeniería	ALTO
Capacidad para comunicarse de manera efectiva.	Exposiciones de avance ante el grupo de clase y de resultados ante la institución social	ALTO
Amplia educación necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.	Análisis de Contexto y Responsabilidad social de las decisiones de Ingeniería	MEDIO
El conocimiento de los problemas contemporáneos.	Análisis de Contexto	MEDIO

Para generar de manera adecuada estas competencias, se requiere de un enfoque pedagógico que promueva el aprendizaje profundo, significativo, por lo que el "aprendizaje basado en proyectos – ABP" se vuelve una opción pertinente.

Las siguientes características del ABP se encuentran visibles en el desarrollo de los proyectos sociales:

1. Una necesidad de entender un conocimiento o promover una habilidad específica

2. Un problema significativo para resolver
3. Búsqueda de recursos e información
4. Acercamiento a contextos reales
5. Los estudiantes asumen su propia voz y decisiones respecto al proyecto
7. Un proceso de reflexión sobre el proceso y los resultados del proyecto
8. Un continuo proceso de retroalimentación de parte del profesor (facilitador)
8. Un producto público que se presenta a personas más allá de la clase

c. Formulación de Rubricas en el periodo 2015-10 a 2017-10

Competencia F10

F10			
Outcomes	Comportamiento apropiado basado en un compromiso ético con la sociedad		Comportamiento apropiado en las relaciones profesionales e interpersonales
Indicador	Demuestra una actitud ética en el desarrollo del proyecto - Aplicación del Proyecto Pedagógico Ignaciano	Demostrar una actitud ética en el desarrollo del proyecto - Explicación y Entrega de Resultados Finales	Demostrar una actitud ética en el desarrollo del proyecto - Cumple con los acuerdos

Competencia G13

G13	
Capacidad para comunicarse por escrito y verbalmente en español de manera entendible y concreta	
Demostrar habilidad para comunicarse de manera efectiva - Comunicación escrita	Demuestra habilidad para comunicarse de manera efectiva - Comunicación oral

d. Formulación de Rubricas y Métricas ajustadas para el periodo 2017-30 en adelante

Competencia F

OUTCOME	F		
	understanding of professional and ethical responsibility		
Rúbrica (Criterio)	Es consciente de la importancia de usar adecuadamente (usa sus mejores capacidades) los medios técnicos que tiene a su disposición	Es consciente de la importancia de usar adecuadamente (usa sus mejores capacidades) los medios técnicos que tiene a su disposición	Reflexiona sobre el impacto ético de su ejercicio profesional.

# curso	Apellidos y Nombres completos	Informe Final. Cuadro Metodológico	Informe Final- Conclusiones = Nota Final Trabajo escrito	Informe Final. Aplicación del Proyecto Pedagógico Ignaciano
---------	-------------------------------	------------------------------------	--	---

3. Hallazgos Relevantes

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones de manera semestral y por Métricas

3.1. Resultados semestrales de las Métricas 2015 y 2016

A continuación, en la tabla No.1, se presentan los resultados de las mediciones de cada uno de los outcomes F y G durante los periodos académicos cubiertos entre los años 2015 y 2016.

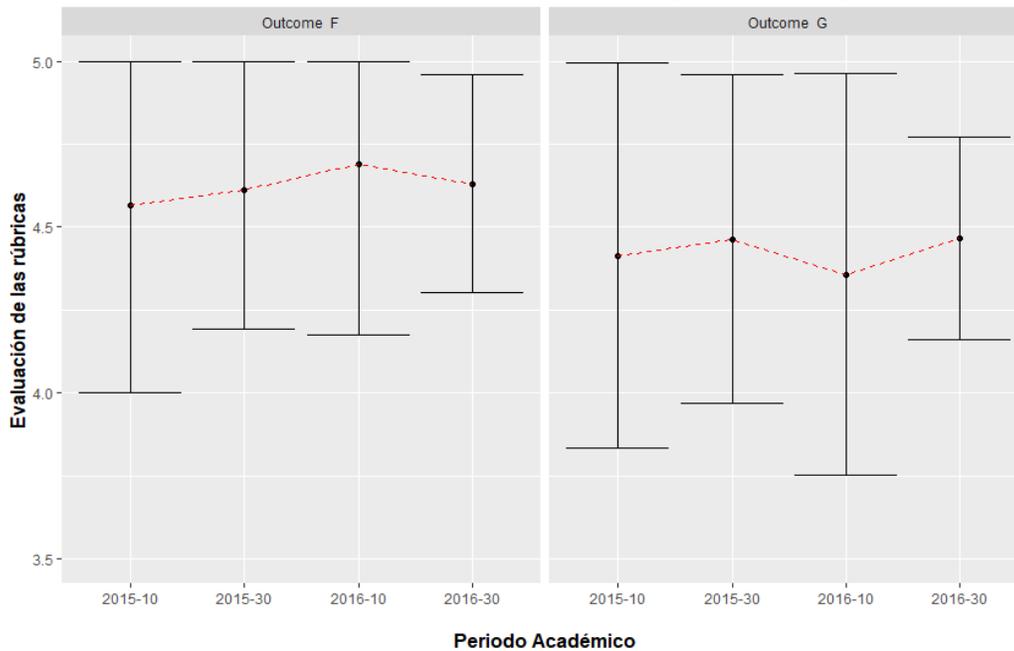
Tabla No.1. Resultados de las mediciones durante los años 2015 y 2016

Periodo Académico	Outcome	No. Mediciones	Promedio	Desviación Estándar	Porcentaje >3.5
2015-10	F	350	4.57	0.57	95%
	G	234	4.41	0.58	97%
2015-30	F	312	4.61	0.42	99%
	G	208	4.46	0.50	98%
2016-10	F	102	4.69	0.52	99%
	G	102	4.36	0.61	96%
2016-30	F	105	4.63	0.33	99%
	G	105	4.46	0.31	100%

Los resultados muestran que el nivel de cumplimiento de los outcomes ha estado siempre por encima del 95%. Además, los resultados logrados por los estudiantes presentan baja dispersión, sugiriendo que el desarrollo de estas competencias se logra de manera homogénea en los grupos de clase.

En el gráfico No.1, para cada uno de periodos se muestra una barra de error, donde el centro está dado por el promedio y los extremos están a +1 desviación estándar. En este gráfico se observa la tendencia de las mediciones, indicando que en la mayoría de los periodos académicos hubo incrementos en el promedio de la evaluación de las rúbricas.

Gráfico No.1. Tendencia de los resultados durante los periodos 2015 y 2016



3.2. Resultados semestrales de las métricas del 2017

En la tabla No.2 se presentan los resultados de las mediciones de cada uno de los dos criterios del outcome F.

Tabla No.2. Resultados de las mediciones durante 2017-30

Periodo Académico	Outcome	CRITERIO	No. Mediciones	Promedio	Desviación Estándar	Porcentaje >3.5
2017-30	F	10	152	4.59	0.47	97%
		11	109	4.58	0.54	96%

3.3 Reflexiones realizadas por el grupo Docente

La coordinación del programa realiza con el grupo docente una reunión mensual donde se revisan los avances de los estudiantes PSU en cada una de las etapas de la asignatura, así como los casos o dificultades encontradas en el desarrollo de los proyectos.

Las principales reflexiones del grupo docente curso PSU son:

- Es fundamental fortalecer la comunicación oral y escrita en los Estudiantes.
- Mejorar el Cumplimiento, Puntualidad y Respeto al trabajar con otros (en clase y en la institución social).
- Los estudiantes cuentan con las habilidades y conocimientos de la disciplina para realizar propuestas viables y acordes a las necesidades de la institución social.
- El estudiante sobre-dimensiona el alcance de los proyectos, pero el docente orienta al respecto y se logran desarrollar los objetivos y plan de trabajo.
- La adaptación al contexto permite la formulación adecuada de planes de trabajo.

3.4 Reflexiones realizadas por los estudiantes una vez finalizados los proyectos

Los estudiantes al iniciar la asignatura manifiestan temores y preocupaciones asociadas especialmente a: las expectativas de las instituciones sociales, el alcance de los proyectos, la implementación de las propuestas.

Al finalizar los proyectos sociales, los hallazgos y análisis son:

Oportunidades de Mejora

- Aumentar el tiempo de trabajo en la institución social
- Incluir una Actividad de familiarización con el proyecto
- Aumentar los estudiantes por institución
- Incrementar el acompañamiento docente en campo (visitas del docente)
- Realizar reuniones previas con la institución social sobre los objetivos y acuerdos del proyecto
- Propiciar espacios de integración estudiantes-comunidad
- Mejorar los medios de comunicación entre los actores del proyecto social
- Reducir las sesiones presenciales

Transformaciones en el estudiante

- Relaciones con las personas, manejo de tiempo. Más tolerancia y sensibilidad
- Conciencia de las realidades de otros
- Enfrentarse a realidades de la ciudad
- Valorar lo que tengo y entender que para ayudar a alguien más solo es importante querer hacerlo
- Mayor seguridad en mis conocimientos y servicio a organizaciones sociales
- Interés social y apoyo humano
- Aprendizaje técnico y Humano
- Valorar las oportunidades de desarrollo
- Conocer el espíritu emprendedor de una PYME

4 Conclusiones

- El curso proyecto social universitario es un espacio pertinente para implementar y analizar las competencias requeridas por un profesional de ingeniería industrial que se enfrentará a situaciones problemáticas complejas y diversas en un mundo contemporáneo.
- La estandarización y diseño de rubricas en el curso permite la medición y evaluación semestral para establecer los niveles de cumplimiento y tomar decisiones
- Los objetivos de formación del curso son coherentes con los resultados y mediciones
- Los estudiantes de PSU alcanzan un nivel de cumplimiento de la rúbrica superior al esperado
- El estudiante al finalizar el curso PSU, manifiesta aprendizajes asociados a la disciplina (aspecto técnico) y asociados al aprendizaje personal (cambio en sus habilidades de negociación y comunicación)

5 Referencias

- Larmer, J., Mergendoller, J. (2015). *Setting the Standard for Project Based Learning: A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction* (ASCD).
- Levesque, C. S., Sell, G. R., and Zimmerman, J. A. 2006. "A theory based integrative model for learning and motivation in higher education". *To Improve the Academy*, 24: 86–103.
- Ileris, K. 2003. "Towards a Contemporary and Comprehensive Theory of Learning". *International Journal of Lifelong Education*. 22 (4): 396–406.
- Barkley, E.F. 2010. *Students engagement techniques: A handbook for a college university*. San Francisco, CA.: Jossey-Bass A Wiley Imprint.
- Barros-Castro, RA., Córdoba, JR., Pinzón, L. 2013. "A Systemic framework for evaluating Computer-Supported Collaborative Learning – Mathematical Problem-Solving (CSCL-MPS) Initiatives: insights from a Colombian case". *Systemic Practice and Action Research* 27(3): 265–285. doi: 10.1007/s11213-013-9279-7.

Sobre los autores

- **Giovanna Fiorillo Obando.** Ingeniera Industrial, Pontificia Universidad Javeriana. Master en Dirección Comercial y Marketing, Instituto de Empresa, Madrid, España. Profesor Asistente Universidad Javeriana. fiorillo@javeriana.edu.co
- **Ricardo Abad Barros Castro.** Ingeniero Industrial, Universidad de los Andes. Magister en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes. Doctor en Ingeniería, Universidad de los Andes. Profesor Asistente, Pontificia Universidad Javeriana. ricardo-barros@javeriana.edu.co
- **Ricardo Fernando Otero Caicedo**
- Ingeniero Industrial y Magister en Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Javeriana. Profesor Instructor, Pontificia Universidad Javeriana. r.otero@javeriana.edu.co

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

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)