



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



ORGANIZACIÓN: ESTRATEGIA DE POTENCIACIÓN DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO INTEGRADOR EN INGENIERÍA CIVIL

Aldemar Remolina Millán, Leonardo Barón Páez

**Universidad Pontificia Bolivariana
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

El éxito de todo proyecto está determinado en gran medida por el nivel de planeación, organización, dirección y control que los responsables del mismo llevan a cabo entre el inicio y la finalización del proyecto sobre cada una de las fases y actividades que lo conforman. De estas cuatro labores administrativas básicas, la organización es quizá una de las más relevantes en la medida que establece las condiciones y los medios que cada uno de los miembros del proyecto utilizará de manera coordinada y armónica para facilitar el logro de las metas, objetivos y el propósito fundamental del proyecto. En la facultad de ingeniería civil de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, un equipo de docentes del área de construcción ha optado desde el año 2016 por implementar el proyecto integrador como estrategia de enseñanza – aprendizaje. En el año 2018 el proyecto involucró un total de 350 estudiantes matriculados en 15 grupos diferentes que integran las cinco asignaturas que comprende el proyecto; tal cantidad de estudiantes constituyen un reto de alta complejidad en materia de organización del proyecto de modo que se requiere garantizar que cada uno de ellos asuma y desempeñe un rol específico dentro del proyecto de forma armónica y eficiente. Como parte de la curva de aprendizaje que ha venido experimentando el proyecto integrador, en esta última edición se implementó una estrategia organizacional basada en los postulados y lecciones aprendidas de la industria de la construcción en materia de gerencia de proyectos, que ha permitido una integración exitosa que potencia el aprendizaje colaborativo entre los estudiantes y docentes de los cursos de construcción, programación y presupuesto de obras, interventoría de obras, residencia en construcción de edificaciones y evaluación de proyectos. En el presente documento se describe la estrategia organizacional que se definió para desarrollar el proyecto, y se evidencian los resultados y

lecciones aprendidas que han sido documentadas producto del seguimiento y evaluación del proyecto en las fases de diseño y construcción.

Palabras clave: organización; aprendizaje colaborativo; proyecto integrador

Abstract

The success of any project is determined by the level of planning, organization, direction and control that those responsible for it carry out between the start and end of the project on each of the phases and activities that comprise it. Of these four basic administrative tasks, the organization is perhaps one of the most relevant in the way that it establishes the conditions and means that each of the project members will use in a coordinated and harmonious manner to facilitate the achievement of the goals, objectives and the fundamental purpose of the project. In the civil engineering faculty at the Pontificia Bolivariana University - Bucaramanga, a team of construction professors has opted, since 2016, to implement the integrating project as a teaching - learning strategy. In 2018 the project involved a total of 350 students enrolled in 15 different groups that make up the five courses included in the project; such amount of students constitutes a challenge of high complexity in the organization of the project so that it is required to guarantee that each one of them assumes and plays a specific role within the project in a harmonious and efficient way. As part of the learning curve that the integrating project has been experiencing, in this last edition an organizational strategy was implemented based on the postulates and lessons learned from the construction industry in terms of project management, which has allowed a successful integration that enhances collaborative learning among students and teachers of construction courses, programming and budget of works, supervision of works, residence in construction of buildings and evaluation of projects. This document describes the organizational strategy that was defined to develop the project, and evidences the results and lessons learned that have been documented as a result of the monitoring and evaluation of the project during the design and construction phases.

Keywords: organization; collaborative learning; integrator project

1. Introducción

Los proyectos integradores constituyen una experiencia significativa de enseñanza-aprendizaje que con el tiempo y el desarrollo tecnológico ha ido ganando un espacio apropiado como herramienta didáctica para el desarrollo de competencias transversales en los programas académicos de los diferentes niveles de formación tanto media como superior (López Rodríguez, 2012).

En la Universidad Tecnológica de Chihuahua las carreras de Desarrollo de Negocios y Procesos Industriales que forman parte del nivel Técnico Superior Universitario han explorado la implementación de tres formas distintas de aplicar la estrategia de proyectos integradores: los proyectos integradores cuatrimestrales, los proyectos integradores longitudinales y los proyectos integradores interdisciplinarios; las cuales presentan diferencias en los tiempos que se requieren

para su desarrollo (un semestre o todo el programa de formación) y las facultades o escuelas que participan activamente. (Torres Romero, Barba Martínez, López López, & Márquez Murillo, 2012)

En la División de Humanidades la Facultad de Estudios Superiores de Acatlán - UNAM se han adoptado los Proyectos Integradores Interdisciplinarios como estrategia didáctica en las licenciaturas en Pedagogía, Comunicación y Enseñanza del Inglés; en dichos proyectos se integran: capacidades, valores, contenidos y métodos que se desarrollan al interior del individuo; colaboración y comunicación entre personas; factores interdisciplinarios y transdisciplinarios del currículo; y la producción y creatividad que relacionan al individuo con su contexto. (Fragoso Franco, 2016)

Producto del proceso de autoevaluación con fines de acreditación de alta calidad, el programa de Ingeniería Electrónica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito implementó la estrategia de los proyectos integradores en los niveles básico (cuarto semestre), intermedio (séptimo semestre) y avanzado (décimo semestre); en dicha implementación se adoptó la iniciativa de aprendizaje activo basado en experiencias y trabajo interdisciplinario denominada concepción, diseño, implementación y operación - CDIO que involucra el desarrollo de elementos conceptuales y metodológicos básicos para plantear, representar y comprender un problema. (Paz Penagos, Ortiz Niño, Arévalo López, & Chitiva Medellín, 2015)

En el año 2016 un grupo de docentes ingenieros civiles de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga implementaron un proyecto académico de semestre que integró un total de 300 estudiantes de cinco asignaturas del área de construcción; dicha experiencia evidenció las deficiencias y fortalezas de los estudiantes, en materia de apropiación y manejo de los conocimientos técnicos propios de un proyecto de construcción. (Remolina Millán, y otros, 2017)

En este artículo se describe de forma detallada, la estrategia organizacional y de trabajo colaborativo que se definió para desarrollar un caso de proyecto integrador durante el primer semestre académico de 2018, en el área económico-administrativa y de construcción de la facultad de ingeniería civil en la Universidad; igualmente se evidencian los resultados y lecciones aprendidas en materia de organización que han sido documentadas producto del seguimiento y evaluación del proyecto en las fases de diseño y construcción.

2. Diseño e implementación del proyecto integrador

Es muy poco probable responder a las altas expectativas de la industria y de los organismos de acreditación de programas de ingeniería utilizando exclusivamente modelos pedagógicos basados en clases tradicionales de "tiza y tablero", sin embargo al desarrollar estrategias que combinen adecuadamente el modelo tradicional en los primeros años de estudio con los modelos basados en proyectos para los semestres avanzados, se logra un desarrollo de competencias y autonomía del estudiante, adecuado a las necesidades de la industria. (Mills & Treagust, 2003)

Los propósitos fundamentales de los proyectos integradores comprenden la integración de los diversos saberes, la comprensión y solución de problemas en contextos reales y la construcción de

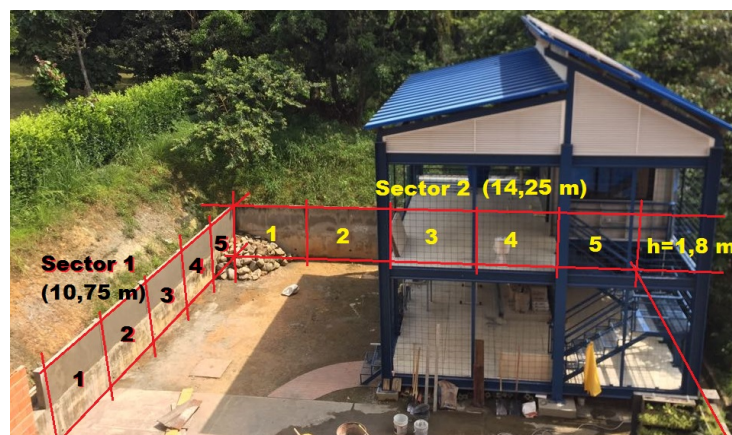
la realidad en un entorno de incertidumbre. Es necesario que el proyecto integrador tenga definido previamente un propósito, una estructura de organización en fases o etapas, una temática a desarrollar y un sistema de evaluación. (López Rodríguez, 2012)

En la facultad de ingeniería civil de la Universidad, se viene desarrollando desde el año 2006 el proyecto integrador del área económico-administrativa y de construcción, el cual involucra un paquete de cinco asignaturas entre obligatorias (construcciones, y programación y presupuesto de obras, y evaluación de proyectos) y optativas (interventoría de obras civiles, y residencia en construcción de edificaciones). Dichas asignaturas son fundamentales para el desarrollo de las competencias cognitivas (conocimiento), pragmáticas (desempeño) y axiológicas (actitud), correspondientes a las responsabilidades propias del ejercicio profesional. (Remolina Millán, y otros, 2017)

La versión 2018 del mencionado proyecto integrador se estructuró considerando las lecciones aprendidas y la implementación de buenas prácticas producto de las recomendaciones dadas por parte de los estudiantes y profesores en las experiencias anteriores, especialmente en lo relacionado con la forma de planear, organizar, ejecutar y controlar el proyecto; y en la implementación de criterios de sostenibilidad y utilización de los entregables. El proyecto incluyó el desarrollo de las labores de Planeación y Gestión, Estudios y Diseños y Construcción de las actividades de Friso impermeabilizado, fabricación e instalación de alfajías de concreto y enchape de dos sectores de muro medianero localizados en el laboratorio de construcciones de facultad de ingeniería civil UPB, costado oriental. (Ver Figura 1)

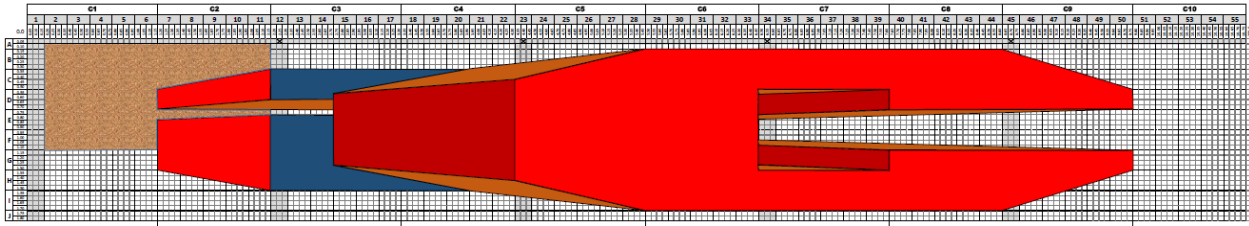
El sector 1 con una longitud de 10,75 metros, se dividió en 5 tramos o paños de 2 metros cada uno. El sector 2 con una longitud de 14,25 metros, se dividió en 5 tramos o paños de 2,7 metros. La actividad de enchape se proyectó realizarla por la cara frontal del muro (construido anteriormente) cuya altura libre efectiva es de 1,8 metros; las características técnicas de los enchapes para cada tramo corresponde con diseños preestablecidos que fueron elaborados por uno de los docentes del equipo de proyecto. (Ver figuras 2 y 3)

Figura 1. Organización del sitio de desarrollo del proyecto



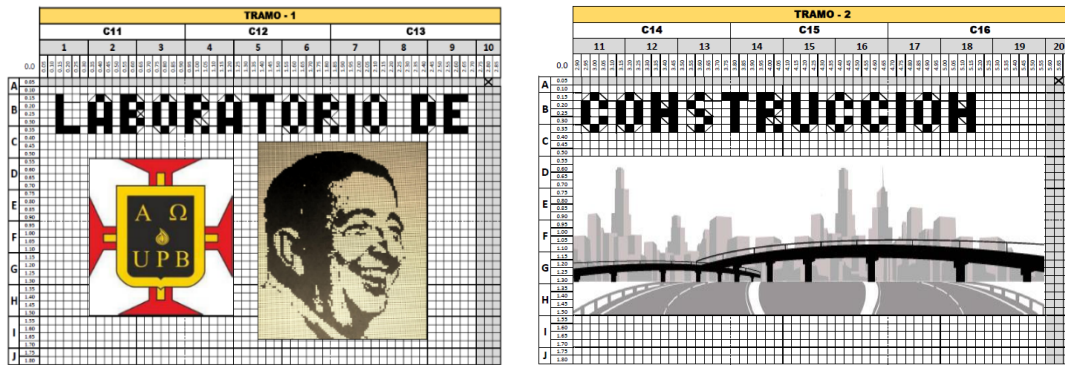
Fuente: Autores

Figura 2. Sector 1 – Tramos 1 al 5



Fuente: Autores

Figura 3. Sector 2 – Tramos 1 y 2



Fuente: Autores

La implementación de un proyecto integrador consta de varios momentos que incluyen la sensibilización, diseño, socialización, implementación, desarrollo, evaluación y realimentación. (López Rodríguez, 2012)

Para el caso de la versión 2018 se establecieron dos grandes fases para el proyecto integrador:

La fase de planeación y diseño que inició en la semana 2 del semestre con la conformación de los equipos y en la que se desarrollaron todas las labores de gestión, estudios técnicos, diseños, especificaciones técnicas, cotizaciones, programación y presupuesto detallado. Esta fase se finalizó en la semana 6 con la sustentación y evaluación de la fase de diseño.

La fase de construcción inició en la semana 7 y se extendió hasta la semana 17. En esta fase se realizaron las actividades de frisos, cimbrado de muros, y enchapes. Esta fase finalizó con la aceptación del entregable final y la sustentación y evaluación de los resultados del proyecto. (Ver figura 4).

Figura 4. Programación general del proyecto

Actividades	Planeación - Diseño						S.Exa	S.Sta	Construcción									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Conformación de Equipos																		
Sustentación Equipos																		
Planeación y Diseño																		
Sustentaciones Fase Diseño																		
Aplicación de Frisos																		
Cimbrado Muros																		
Fabricación e Instalación de Alfajías																		
Enchape Muros																		
Sustentaciones Construcción																		

Fuente: Autores

Cada uno de los equipos de proyecto desarrolló y presentó los siguientes entregables según les correspondía:

- *Equipos de Gerencia:* Plan de Gestión del proyecto (de acuerdo a las 10 áreas de gestión planteadas por el Project Management Institute), informes de gerencia.
- *Equipos de Interventoría:* Plan de Revisión de diseños y especificaciones, informes de revisión de diseños. Plan de interventoría e informes de interventoría.
- *Equipos de Estudios y Diseños:* Análisis de rendimientos y desperdicios, APU's, Presupuesto y programación, diseños y especificaciones técnicas definitivas y detalladas. Análisis de Valor Ganado (planeado vs Ejecutado).
- *Equipos de Residencia de Obra:* Administración de la obra, contratación de recursos, control de avance de obra, ejecución y control de presupuesto, programación y actividades de construcción, seguridad industrial. Análisis de Valor Ganado (planeado vs Ejecutado).
- *Equipos de construcción:* Apoyo en la búsqueda y estudio de normas técnicas, definición de especificaciones técnicas, cálculo de cantidades de obra y construcción de las actividades del proyecto.

3. Estrategia organizacional implementada para el Proyecto Integrador

El mayor desafío que debió afrontarse por parte de los participantes del proyecto, correspondió a la complejidad asociada a organizar un número significativo de estudiantes de diferentes cursos, y semestres que en muchos casos no se conocían o no habían tenido la oportunidad de trabajar juntos. El proyecto involucró un total de 350 estudiantes que se encontraban matriculados en 15 cursos: Evaluación de Proyectos (3 cursos), Interventoría de Obras (2 cursos), Programación y Presupuestos (4 cursos), Residencia en Construcción de Edificaciones (2 cursos) y Construcciones (4 cursos).

La estrategia adoptada por el cuerpo docente para organizar los equipos de proyecto, consideró criterios como equilibrio de género en el número de integrantes, equipos de proyecto conformados por miembros de diversos cursos y asignaturas y balance en el total de miembros de cada equipo. Para ello se solicitó a cada docente en la primera sesión de clase del semestre que se organizara

ORGANIZACIÓN: ESTRATEGIA DE POTENCIACIÓN DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO INTEGRADOR EN INGENIERÍA CIVIL

de acuerdo a dichos lineamientos y estructurara cada curso en 10 grupos homogéneos de uno a cinco integrantes de acuerdo al número de matriculados totales. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Organización de equipos de proyecto por tramos y sectores

	Tot al	SECTOR 1					SECTOR 2					Tot al	
		P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0		
CONSTRUCCIONES (CTCN - 0048)	629 76	35	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	35
	629 77	16	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	16
	629 78	36	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	36
	629 79	17	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	17
EVALUACION DE PROYECTOS (CEGF - 0007)	630 07	17	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	17
	630 08	36	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	36
	630 09	35	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	35
INTERVEN DE OBRAS CIVILES- OPTA (CTCN - 0063)	636 62	37	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	37
	643 58	37	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	37
PROGRA. Y PRESUPUESTO DE OBRAS (CTCN - 0050)	630 00	35	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	35
	630 01	16	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	16
	630 02	37	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	37
	630 03	36	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	36
RESID CONSTRUC EDIFICAC - OPT (CTCN - 0084)	636 70	37	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	37
	643 59	35	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	35
	46 2	4 5	4 6	4 6	4 6	4 6	4 7	4 8	4 6	4 6	4 6	46	46 2

Fuente: Autores

La conformación de los equipos de proyecto se llevó a cabo por medio de rondas de negociación en las que participaron los líderes de grupo que fueron seleccionados, dichas rondas fueron desarrolladas secuencialmente para designar gerentes, directores y miembros de equipo para cada uno de los diez tramos del proyecto. En este proceso cada equipo conformado definió un nombre y slogan sugestivo y representativo.

Primera ronda: Se seleccionaron los 11 gerentes de proyectos entre 30 líderes de los cursos de Evaluación de Proyectos (un gerente de proyecto general y un gerente de proyecto para cada

ORGANIZACIÓN: ESTRATEGIA DE POTENCIACIÓN DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO INTEGRADOR EN INGENIERÍA CIVIL

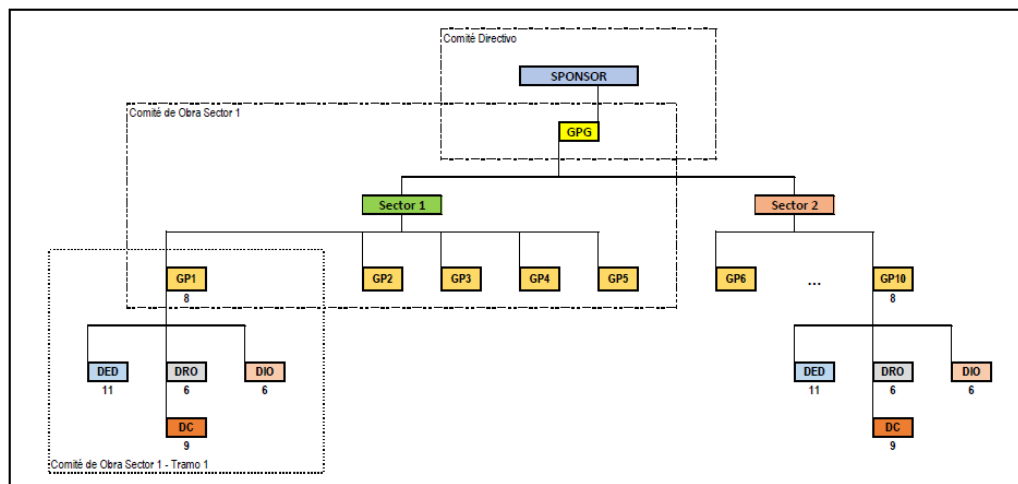
tramo). *Segunda ronda*: Se seleccionaron los 10 directores de interventoría entre los 20 líderes de los cursos de Interventoría de Obras. *Tercera ronda*: Se seleccionaron los 10 directores de Estudios y Diseños entre los 40 líderes de los cursos de Programación y Presupuesto. *Cuarta ronda*: Se seleccionaron los 10 directores de Residencia de Obra entre los 20 líderes de los cursos de Residencia en Construcción. *Quinta ronda*: Se seleccionaron los 10 directores de Construcción entre los 40 líderes de los cursos de Construcción.

Como resultado del proceso de organización de equipos, se conformó un organigrama del proyecto que permitió identificar y definir instancias y autoridades, líneas de autoridad y canales de comunicación del proyecto. Cada uno de los 10 tramos del proyecto tiene asignados 5 equipos que responden por la gestión y desarrollo de las respectivas actividades del proyecto integrador; Equipo de Gerencia de proyectos, equipo de interventoría, equipo de estudios y diseños, equipo de residencia de obra y equipo de construcción. (Ver Figura 5)

Cada equipo conformó un comité de obra del tramo liderado por un gerente de proyecto y cuatro directores; el comité de obra actuó como máxima autoridad y organismo de asesoría para la toma de decisiones en cada tramo y sus actuaciones se subordinaban a la autoridad del gerente de proyectos general. Como máxima instancia técnica se estableció el Comité de Obra por sector, conformado por los 10 gerentes de proyecto y liderado por el gerente general del proyecto; las actuaciones de los comités de obra por sector se subordinaban a la autoridad del Comité Directivo del Proyecto.

El Comité Directivo General, actuaba como máxima instancia y autoridad del proyecto y estaba conformado por el Sponsor del proyecto (grupo de docentes participantes en el proyecto integrador) y el gerente de proyecto general.

Figura 5. Organigrama general del proyecto



Fuente: Autores

Las actuaciones y decisiones de los comités se registraban en actas firmadas por los asistentes y donde constan los temas tratados, decisiones tomadas y compromisos; las sesiones de los comités tuvieron una periodicidad máxima de quince días.

4. Resultados y Lecciones Aprendidas

El desarrollo del proyecto integrador permitió implementar y evidenciar el nivel de desarrollo de un conjunto de competencias cognitivas, aptitudinales y actitudinales que se consideran fundamentales en el proceso formativo y en el ejercicio profesional de un ingeniero civil.

Como parte del proceso de evaluación final los participantes declararon las principales Buenas Prácticas y Lecciones Aprendidas identificadas en el desarrollo del proyecto:

- El fortalecimiento de conocimientos, conceptos y teorías en materia de planeación, diseño y construcción; el desarrollo de habilidades investigativas y de autoaprendizaje; el contraste e integración entre teoría y práctica.
- El desarrollo de competencias de negociación, manejo de personal, integración y trabajo en equipo, comunicación, liderazgo, toma de decisiones bajo presión, solución de problemas y conflictos, comprensión del entorno, utilización de herramientas de planeación, dirección y control y gestión de riesgos.
- La aplicación de principios y valores como la tolerancia, el respeto, la honestidad, el compromiso, la solidaridad, la amabilidad, y la responsabilidad.

5. Conclusiones

- El planteamiento de una estrategia organizacional adecuada a las necesidades del cliente, especialidad del proyecto, roles necesarios para su implementación, número de personas y objetivos del proyecto hizo que fuese más fácil y eficiente el desarrollo del mismo.
- La estrategia organizacional implementada potenció en los estudiantes el aprendizaje de las competencias y capacidades promovidas en cada curso y de las competencias transversales producto de la integración y el aprendizaje colaborativo, especialmente el trabajo en equipo.
- Cuando el estudiante se ve en la necesidad de realizar personalmente las actividades propias de un proyecto, pone en evidencia el nivel de competencia desarrollado en materia de conocimientos, desempeño y aplicación de saberes, identificando por sus propios medios las fortalezas y debilidades.
- Por medio del desempeño de roles se evidencian las competencias actitudinales del ser y el comprender, así como y comportamiento y conducta de los estudiantes.
- Los problemas más recurrentes del proyecto integrador están asociados a debilidades y falencias en el componente de competencias actitudinales, que en la medida en que los estudiantes lo reconocen y se proponen mejorarlos, pasan a ser aprendizajes significativos de gran impacto y crecimiento.

6. Referencias

- Frago Franco, D. (2016). PROYECTOS INTEGRADORES INTERDISCIPLINARIOS CENTRADOS EN EL DESARROLLO DE CAPACIDADES Y VALORES. *Revista Virtual Redipe: Año 5 Volumen 2*, 11-23.
- López Rodríguez, N. M. (2012). *El proyecto Integrador: Estrategia didáctica para la formación de competencias desde la perspectiva del enfoque socioformativo*. México: Gafra editores.
- Mills, J. E., & Treagust, D. F. (01 de abril de 2003). *ENGINEERING EDUCATION – IS PROBLEMBASED OR PROJECT-BASED LEARNING THE ANSWER?* Recuperado el 16 de junio de 2017, de Australasian Association for Engineering Education: http://www.aeee.net.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf
- Paz Penagos, H., Ortiz Niño, M., Arévalo López, J., & Chitiva Medellín, K. (2015). Proyectos integradores en Ingeniería Electrónica con metodología CDIO. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, Vol. 6, No. 2, ISSN: 2215-8421*, 43-65.
- Remolina Millán, A., Baron Paez, L., Ramirez Velasquez, J., Ibáñez Pinedo, W., Blanco Muñoz, D., & Morales Abuabara, J. J. (2017). PROYECTO INTEGRADOR COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DEL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN EN INGENIERIA CIVIL. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería EIEI-ACOFI 2017*, ISBN 978-958-680-080-8.
- Torres Romero, A. I., Barba Martínez, C., López López, F. G., & Márquez Murillo, J. G. (2012). Proyectos integradores: estrategia didáctica para el desarrollo de competencias en la Universidad Tecnológica de Chihuahua. Estudio de caso. *Primer Congreso Internacional de Educación - "Construyendo inéditos viables"*, 251-264.

7. Sobre los autores

- **Aldemar Remolina Millán:** Ingeniero Civil Universidad Industrial de Santander (UIS), Magister en Ingeniería civil de la Universidad de Los Andes (UNIANDES), Especialista en Gerencia Ambiental (UPB). Profesor Titular UPB. aldemar.remolina@upb.edu.co
- **Leonardo Barón Páez:** Ingeniero Civil (UIS), Magister en Ingeniería civil (UNIANDES). Profesor Asistente UPB. Leonardo.baron@upb.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)