



Una formación de calidad
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias
15 al 18 de Septiembre de 2015

METODOLOGÍAS ACTIVAS COMO HERRAMIENTA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA

Dante A. Guerrero Chanduví, Roxana O. Fernández Curay, Catherin Z. Girón Escobar

Universidad de Piura
Piura, Perú

Resumen

La innovación educativa en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura es una de las estrategias más importantes en el plan estratégico, ya que se necesitan nuevas formas de enseñanza y aprendizaje para el nuevo perfil del estudiante. El objetivo del artículo es exponer los resultados de las metodologías activas que se vienen incorporando en la Facultad en los niveles previos al pregrado, en el pregrado y en el posgrado, así como las estrategias educativas en cada uno de los niveles, ejemplificándolas a través de casos puntuales. La aplicación de estas metodologías activas ha obtenido buenos resultados, motivando no solo al alumno sino también al docente, quien ha tenido que cambiar su forma de enseñanza para que el alumno asimile los conocimientos. Las experiencias de las metodologías activas han demostrado que son eficaces en todos los niveles. Se describen las metodologías de aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en competencias, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en casos y su aplicación en los cursos introductorios, en el curso de dirección de proyectos y en Master in Project Management.

Palabras clave: innovación educativa; metodologías activas; estrategias

Abstract

The educational innovation at the Faculty of Engineering of the University of Piura is one of the most important strategies in the strategic plan, as new forms of teaching and learning are needed for the new student profile. The aim of article is to present the results of active methodologies are being incorporated into the Faculty in pre-undergraduate levels, in undergraduate and graduate programs as well as educational

strategies in each of the levels through specific cases. The application of these active methods has been successful, encouraging not only students, also to teachers, who had to change their way of teaching, so that the students to assimilate knowledge. The experiences of active methodologies have proven to be effective at all levels. Methodologies for project-based learning, competence-based learning, cooperative learning, problem-based learning and case-based learning and its application in introductory courses, in the course of project management and Master in Project Management are described.

Keywords: *educational innovation; active methodologies; strategies*

1. Introducción

Los estudiantes que desean ingresar a la Universidad están cambiando, en términos de su educación, preferencias de aprendizaje y motivación, por lo que es importante incorporar nuevas formas de enseñanza y otras innovaciones educativas, esto implica nuevos diseños de cursos y nuevos objetivos de aprendizaje, que afecta tanto a las metodologías como a la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje (De los Ríos, Rodríguez, & Pérez, 2015).

La motivación del estudiante y el compromiso activo de su propio proceso de aprendizaje es un factor clave de éxito en la educación superior, sobre todo en los caminos de la ciencia y la ingeniería. Las metodologías activas tienden claramente a motivar a los estudiantes a participar e involucrarse en su propio proceso de aprendizaje y es una excelente manera de analizar si los estudiantes han adquirido los conceptos básicos que se enseñan en las clases de teoría y si son capaces de aplicarlos en situaciones reales (Lumbreras, et al., 2015).

La facultad de ingeniería de la Universidad de Piura (2014), en su último plan estratégico incluye la innovación educativa como un punto de relevante importancia ante la necesidad de incorporar nuevas metodologías y estrategias que acojan un nuevo perfil de estudiante, alumnos con características distintas a los de años anteriores, y que fomenten las nuevas competencias laborales exigidas en un ingeniero que en el pasado no se percibían.

El objetivo principal de este estudio es mostrar los buenos resultados obtenidos en los alumnos de la facultad de ingeniería al aplicar metodologías activas como herramientas de innovación educativa para lo cual se describirá brevemente las metodologías empleadas en la facultad y se presentarán los resultados en dos asignaturas de pregrado.

2. Metodologías Activas

La facultad de ingeniería ha implementado mejoras educativas mediante el uso de metodologías activas en los niveles previos de pregrado, en el pregrado y en el posgrado. En la figura 1 se muestran las metodologías empleadas en la facultad.

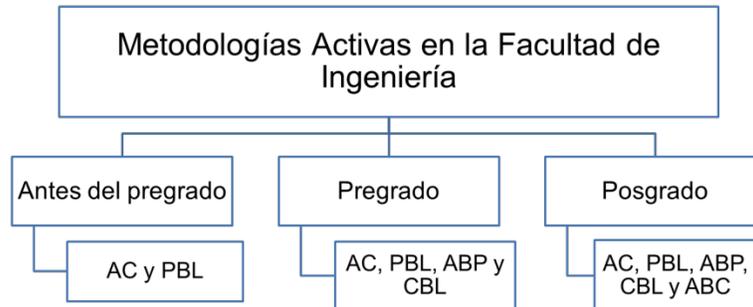


Figura 1 Metodologías Activas

- A. Aprendizaje basado en Problemas (PBL): es un método cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas. El método PBL parte de la idea de que el estudiante aprende de un modo más adecuado cuando tiene la posibilidad de experimentar, ensayar o, sencillamente, indagar sobre la naturaleza de fenómenos y actividades cotidianas. Así, las situaciones problema que son la base del método se basan en situaciones complejas del mundo real. El PBL se basa totalmente en casos prácticos y en la solución de problemas prácticos. (De Miguel, 2005; Boud & Feletti, 1998).
- B. Aprendizaje cooperativo (AC): también se le conoce como aprendizaje entre iguales o aprendizaje entre colegas, es una forma distinta de trabajo grupal que se caracteriza porque los grupos abordan la resolución de una misma tarea o problema trabajando en conjunto. Esta tarea es abordada por compañeros que se encuentran en un nivel similar de conocimiento o discretamente diferente (Guerrero, 2011; Denegri, Opazo, & Martínez, 2007).
- C. Aprendizaje basado en Proyectos (ABP): es un método de enseñanza-aprendizaje en que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos. Es un aprendizaje orientado a la acción, no se trata sólo de aprender “acerca” de algo (como ocurre en el aprendizaje basado en problemas), sino en “hacer” algo (De Miguel, 2005).
- D. Aprendizaje basado en casos (CBL): es una técnica de aprendizaje activa centrada en la investigación del estudiante sobre el problema real y específico que ayuda al estudiante a adquirir la base para un estudio inductivo. El caso se propone a un grupo de estudiantes para que individual y colectivamente lo sometan al análisis y toma de decisiones. Con este método se pretende que los estudiantes estudien la situación, definan los problemas, lleguen a sus propias conclusiones sobre las acciones que habría que emprender, contrasten ideas, las defiendan y las reelaboren con nuevas aportaciones (Boehrer & Linsky, 1990).

E. Aprendizaje basado en Competencias (ABC): es un enfoque de enseñanza-aprendizaje que parte necesariamente de un perfil académico-profesional que recoge los conocimientos y las competencias genéricas (instrumentales, interpersonales y sistémicas) y específicas (propias de cada profesión) que se desea desarrollen los estudiantes que estén realizando un determinado tipo de estudios. El propósito de este enfoque es capacitar a la persona sobre los conocimientos científicos y técnicos, su capacidad de aplicados en contextos diversos y complejos, integrándolos con sus propias actitudes y valores en un modo propio de actuar personal y profesionalmente (Villa & Poblete, 2007).

3. Casos de Estudio

3.1. Física General 1

El curso de Física General 1 es impartido a los alumnos de primer año de la facultad de ingeniería, tiene como propósito introducir los conceptos más importantes de la física general, con un grado de formalización y claridad conceptual adecuado al nivel del desarrollo intelectual del alumno. El estudiante ha de desarrollar una capacidad de raciocinio y de análisis riguroso de los hechos, al mismo tiempo con flexibilidad mental para adaptarse a los cambios que ocasiona la introducción de nuevas tecnologías.

Al finalizar la asignatura el alumno debe ser capaz de construir un cohete de agua y su rampa de lanzamiento, sustentado por un informe donde analice todos los conceptos vistos en el curso. Además debe ser capaz de expresar la relación-interacción entre fenómenos físicos, químicos, matemáticos y biológicos, hasta encontrar una relación de dichos fenómenos con su entorno.

La principal metodología utilizada en el curso es el aprendizaje basado en problemas (PBL), donde el alumno a través de la construcción del cohete experimenta los diferentes problemas que se podría presentar con el dispositivo relacionándolos con los temas impartidos en el curso. Además se utiliza la metodología del aprendizaje cooperativo, formando grupos con personas de diferentes perfiles y diferentes promedios académicos, mezclando alumnos con resultados buenos, medios y bajos, de manera que los que más saben ayuden a los que menos saben, promoviendo una actitud solidaria, además se elige a un líder que es el encargado y coordinador del grupo. Con el aprendizaje cooperativo se estimula el liderazgo y las relaciones interpersonales necesarias en todo profesional. También forman parte de la estrategia metodológica, las clases expositivas, la lluvia de ideas, mapas conceptuales, prácticas de laboratorio, seminarios y mesas redondas, y simulaciones.

Se utiliza la construcción del cohete para lograr la construcción del conocimiento en el alumno, trabajando de manera cooperativa y siendo orientado y guiado por el profesor del curso. Se sigue una estructura mediante objetivos de aprendizaje que se desea cubrir. Cada objetivo tiene entre 4 y 5 criterios de evaluación (ver figura 2), los cuales tienen un puntaje de acuerdo al nivel alcanzado. En cada objetivo se pretende que el alumno primero tome conciencia de la situación a la que se enfrenta, defina

qué conoce y que necesita conocer para resolver el problema, defina el problema, obtengan información y presenten resultados.

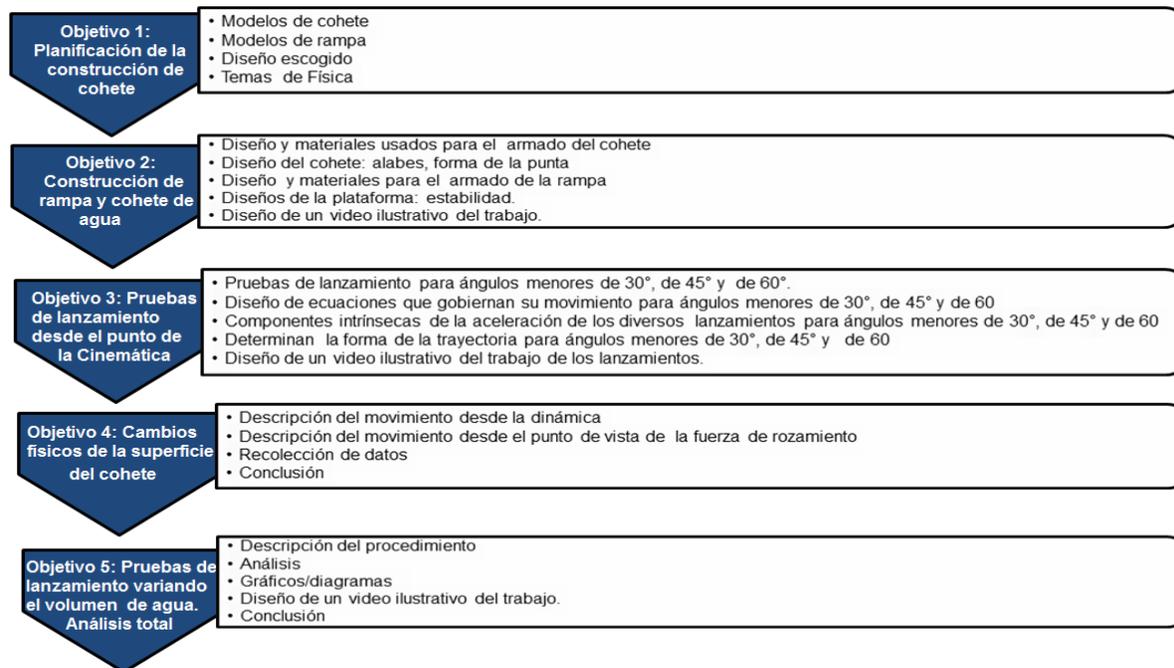


Figura 2 Criterios de evaluación de los objetivos

La estrategia educativa basada en metodologías activas del curso de Física 1 se ha insertado de manera parcial y paulatinamente en los años 2013 y 2014, y recién en el año 2015 se ha insertado el 100% de la estrategia planteada para el curso.

Para medir el impacto de las metodologías activas en el aprendizaje del alumno en el curso, se toman dos muestras: la primera, de 198 alumnos de los años 2013 y 2014 donde se ha impartido la metodología parcial; la segunda, de 70 alumnos del año 2015 donde se ha impartido la metodología al 100%. A ambos grupos se les toma un examen de conocimientos que presenta 7 preguntas cerradas, orientadas a los temas principales del curso, con tres o más alternativas de respuesta, donde una de ella es la correcta.

Se realiza un contraste de hipótesis para las medias del grupo, donde se toma como hipótesis nula que el número de alumnos que contestaron correctamente cada pregunta es igual en ambos grupos; mediante la prueba Z se determina si existe diferencia significativa en cada pregunta.

Según la Tabla 1 en 5 de las 7 preguntas se rechaza la hipótesis, es decir que sí existe diferencia estadísticamente significativa entre las proporciones de los dos grupos, con un nivel de confianza del 95.0%. Se puede afirmar que en 4 preguntas se mejora el porcentaje de alumnos con respuestas correctas, en 2 se mantienen el nivel y en una pregunta baja el número, cabe resaltar que en los años 2013 y 2014 ya se venía utilizando metodologías activas de manera parcial. En el 2015 más del 50% de alumnos contestaron correctamente las preguntas, incluso en una de ellas casi el 100% de los

alumnos acertaron en su respuesta. En promedio en el 2014, acertaron correctamente el 50% de los alumnos la prueba mientras que en el 2015 el porcentaje de alumnos aumento a 77% reflejando la mejora con el uso de metodologías activas.

Tabla 1 Contraste de hipótesis de proporciones

Prueba Z	2013 - 2014	2015	Límite (P1-P2)*	(P1-P2) real	Conclusión
P1	39%	81%	0.12	0.42	Se rechaza H ₀
P2	27%	81%	0.12	0.54	Se rechaza H ₀
P3	82%	71%	-0.10	-0.11	Se rechaza H ₀
P4	6%	97%	0.11	0.91	Se rechaza H ₀
P5	78%	72%	-0.11	-0.06	Se acepta H ₀
P6	69%	77%	0.11	0.07	Se acepta H ₀
P7	45%	59%	0.12	0.14	Se rechaza H ₀

Nota: P1 representa la proporción de alumnos del grupo 2015 que contestaron correctamente la pregunta y P2 la proporción del grupo 2013-2014.

3.2. Dirección de Proyectos

El curso de Dirección de Proyectos es impartido a alumnos de último año de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad de Piura, tiene como propósito facilitar a los estudiantes las herramientas metodológicas para la dirección de proyectos, basándose para ello en el conocimiento general del proyecto y los estándares internacionales, y el desarrollo de competencias de dirección de proyectos, bajo los enfoques de la International Project Management Association (2009) y Project Management Institute (2008).

Al final de la asignatura de proyectos el estudiante debe ser capaz de: formular y evaluar proyectos; ejecutar procesos; tener conocimientos de las competencias profesionales de la dirección de proyectos; y desempeñar roles directivos en la identificación de necesidades reales para lo cual la estrategia de la asignatura de proyectos es un enfoque mixto de estrategias pedagógicas, resultando una conjunción de metodologías activas. Principalmente se utiliza el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el cual permite formar equipos integrados por personas con perfiles diferentes, donde los alumnos, organizados por grupos, adquieren, utilizan y aplican los conceptos de la asignatura a través de su investigación desarrollando además habilidades en la planificación, implementación y evaluación de proyectos que tienen aplicación en un mundo real que va más allá del aula de clase. Además se utiliza el aprendizaje cooperativo y en determinados casos, el aprendizaje basado en problemas.

Tabla 2 Metodología de Dirección de Proyectos

METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Clase magistral	Conferencias, Seminarios
Ejercicios en grupo	Talleres grupales para elaboración de entregables.
Autoaprendizaje	Mediante la realización del proyecto.
E-learning	Acceso a la plataforma virtual Moodle de la asignatura.

Sesiones tutoriales	Dirigidas al proyecto del curso
Práctica con proyectos reales	Elaboración de proyectos que permiten a los estudiantes gestionar la comunicación con la sociedad.
Otros tipos	Asignación de un monitor a cada grupo (Persona certificada en dirección de proyectos por IPMA)

En la asignatura los estudiantes realizan proyectos que requieren familiarizarse con los problemas actuales y las nuevas tendencias profesionales. En la tabla 2 se muestra la metodología formativa del curso, además es importante resaltar el soporte de tutoría del docente, quien debe facilitar el ambiente para el aprendizaje activo; además, debe incluir actividades como la asignación de monitores certificados en dirección de proyectos, asesoría personalizada, enlace con especialistas de la Universidad y brindar respaldo para lograr el contacto con empresas de la región, organizaciones gubernamentales y grupos comunitarios. El docente debe brindar facilidades para la orientación del aprendizaje, capacitar adicionalmente en habilidades claves que requiere el estudiante, brindar retroalimentación a través de las evaluaciones de los avances del proyecto.

Tan importante como la estrategia de enseñanza, son los métodos de evaluación del aprendizaje, ya que se debe evitar sesgos en la evaluación de los estudiantes. Por esa misma razón las evaluaciones diseñadas para la asignatura de Proyectos se clasifican en tres tipos: exámenes, el proyecto semestral y la participación (entrega de entregables y participación en clase) con pesos de acuerdo a los objetivos del curso. Para poder analizar la mejora del aprendizaje en el alumno debido a la inclusión de metodologías activas en el curso, se compararon dos grupos de alumnos, un grupo que recibió la educación sin la estructura actual del curso (2009) y otro grupo que sí recibió el curso bajo la estructura explicada anteriormente (2014). Se plantean las siguientes hipótesis:

- ✓ Ho: La media de los promedios del grupo 2009 y la del grupo 2014 son iguales.
- ✓ H1: La media de los promedios del grupo 2009 y la del grupo 2014 son diferentes.

Se realizó un test de medias mediante la prueba t-student, comprobando que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los dos grupos, con un nivel de confianza del 95.0%, por tanto se rechaza la hipótesis nula. De acuerdo a la Tabla 3, la media de promedios del 2014 es 2.2 puntos mayor que la del 2009, por tanto sí existe una mejora significativa en el aprendizaje del alumno con la aplicación de metodologías activas.

Tabla 3 Estadística Descriptiva

Año	2009	2014
Recuento	54	45
Promedio	13.8	16
Desviación Estándar	1.985	0.953
Mínimo	10	14
Máximo	18	18
Mediana	13	16
Moda	13	15

A pesar que en ambos grupo la nota máxima es la misma, la nota mínima aumenta significativamente en el 2014, así como la mediana y la moda, concretando que existe una mejoría en el aprendizaje de los alumnos en el 2014 (ver Tabla 3). Además que el promedio final ha mejorado, se ha reducido la desviación estándar, es decir que los alumnos en el 2014 tienen mejores resultados y además se asemejan entre ellos, es decir logran un conocimiento parecido en la materia y en el desarrollo de las competencias que se desea que desarrollen. Dicha aseveración se puede visualizar mediante la Figura 3, donde el acercamiento entre las frecuencias de los promedios del curso es notable en el 2014, con una amplitud menor que la del 2009.

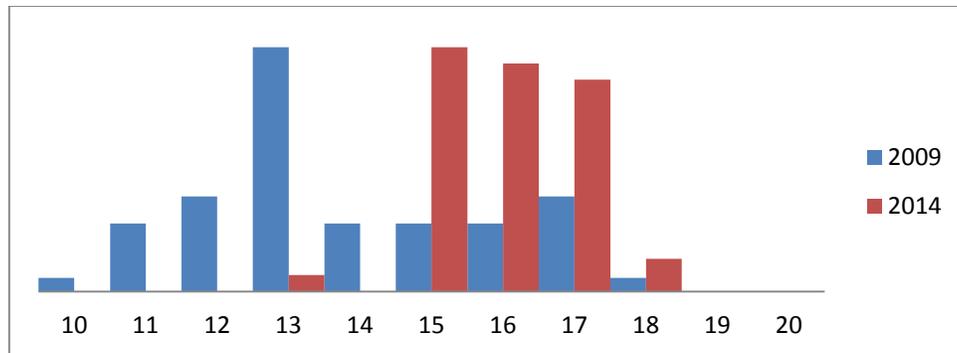


Figura 3 Promedios Finales del curso Dirección de Proyectos

Además se realiza un análisis cualitativo del nivel alcanzado por los alumnos mediante la clasificación de las notas finales en 4 niveles: Alcanzado totalmente (17 a 20), Alcanzado satisfactoriamente (14 a 16), en desarrollo (11 a 13) y no alcanzado (menor a 11); en la figura 4 se muestran los porcentajes alcanzados por cada grupo en cada nivel.

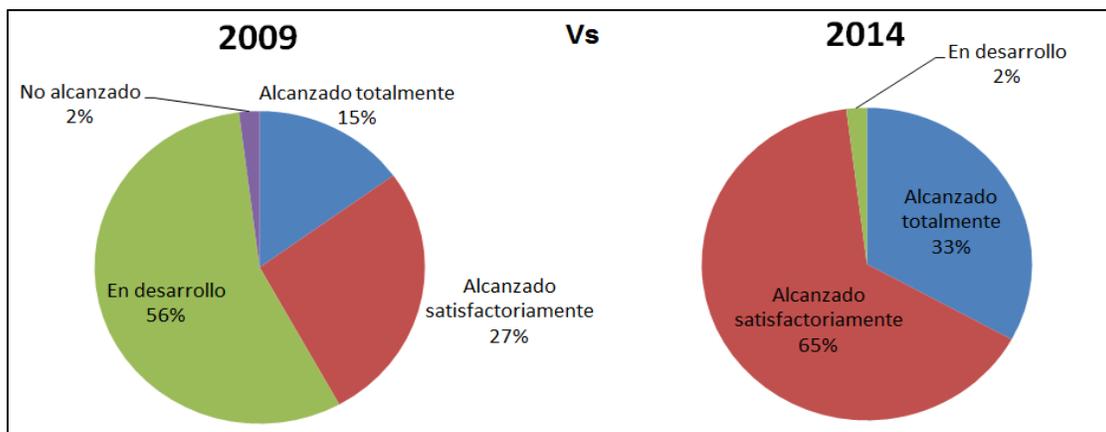


Figura 4 Niveles alcanzados

Se evidencia una notable mejora en los niveles alcanzados por los alumnos en el 2014, el 98% de los alumnos tiene un conocimiento alcanzado satisfactoriamente y alcanzado totalmente, más del doble de alumnos que lo alcanzado en el 2009 y no se presenta porcentaje en la categoría no alcanzado a diferencia del 2009. Con la estructura anterior del curso, los alumnos en su mayoría se encontraban con un

conocimiento en desarrollo (56%), mientras que con la aplicación de las metodologías activas, todos han alcanzado un buen nivel de conocimiento.

4. Conclusiones

El presente estudio ha detallado las estrategias innovadoras de dos cursos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura y ha evidenciado la mejora estadísticamente significativa del aprendizaje en grupos que reciben una enseñanza bajo metodologías activas, el uso de estas metodologías no solo favorece en el rendimiento del alumno sino que también incrementa su interés por la carrera y la asimilación de conocimientos necesarios para su vida profesional. Asimismo las metodologías activas estimulan el desarrollo de competencias interpersonales dado que permiten que los estudiantes se relacionen e integren. La aplicación de estas metodologías ha sido favorable para la facultad, sin embargo se debe seguir innovando en la educación a través de herramientas que beneficien el aprendizaje del alumno.

A partir de la experiencia pedagógica es posible identificar las acciones que permiten lograr un impacto significativo en el estudiante, es por ello que en algunos casos la implementación de metodologías activas se ha dado paulatinamente y en otros se ha ido reforzando a través de los años. Como se evidencia en los resultados la mejora no solo es en un grupo de alumnos, sino que las metodologías ayudan a que la brecha entre los estudiantes se acorte, es decir que todos lleguen al mismo conocimiento, además de promover una actitud solidaria.

5. Referencias

- Boehrer, J., & Linsky, M. (1990). Teaching with cases: Learning to question. En M. Svinicki, *The changing face of college teaching: New directions for teaching and learning* (págs. 41-57). San Francisco: Jossey-Bass.
- Boud, D., & Feletti, G. (1998). *The Challenge of Problem-Based Learning* (2da ed.). London.
- De los Ríos, I., Rodríguez, F., & Pérez, C. (2015). Promoting Professional Project Management Skills in Engineering Higher Education: Project - Based Learning (PBL) Strategy. *Internacional Journal of Engineering Education*, 31, 184-198.
- De Miguel, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Denegri, M., Opazo, C., & Martínez, G. (2007). Aprendizaje cooperativo y desarrollo del autoconcepto en estudiantes chilenos. *Revista de pedagogía*, 13-41.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura. (2014). *Facultad de Ingeniería*. Obtenido de <http://beta.udep.edu.pe/ingenieria/plan//img/plan-estrategico-ingenieria-2014.pdf>
- Guerrero, D. (2011). *Tesis Doctoral Modelo de Aprendizaje y Certificación en Competencias en la Dirección de Proyectos de Desarrollo Sostenible*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

- IPMA. (2009). *Nacional Competence Baseline. V3.0, Revisión*. Valencia: Asociación Española de Ingeniería de Proyectos.
- Lumbreras, J., Moreno, A., Díaz, A., García, Á., Hernández, A., García, C., Márquez, J., García, A., García, O., Rossi, C., Mínguez, E. (2015). The “Ingenia” Initiative: a multidisciplinary set of subjects for promoting the CDIO methodology in a master’s degree in industrial engineering. *Proceedings of the 11th International CDIO Conference*. China, Sichuan, P.R. China: Chengdu University of Information Technology.
- PMI. (2008). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Villa, A., & Poblete, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias*. Bilbao: Ediciones Mensajero.

Sobre los autores

- **Dante Guerrero Chanduví:** Doctor en Ingeniería con especialidad en Planificación y Gestión de Proyectos de Desarrollo Rural Sostenibilidad de la Universidad Politécnica de Madrid. Profesor Titular. dante.guerrero@udep.pe
- **Roxana Fernández Curay:** Ingeniera Industrial de la Universidad de Piura. Profesor Titular. roxana.fernandez@udep.pe
- **Catherin Girón Escobar:** Ingeniero Industrial y de Sistemas de la Universidad de Piura. Investigadora de la Facultad de Ingeniería. catherin.giron@udep.pe

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

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)