

CONVOCATORIA PARA IDENTIFICAR

BUENAS PRÁCTICAS EN INNOVACIÓN EDUCATIVA Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

EN LAS INSTITUCIONES
DE EDUCACIÓN SUPERIOR

2021



La educación
es de todos

Mineducación

Co-Lab
Laboratorio de Innovación
Educación Superior

Nombre de la institución de educación superior

Universidad Pontificia Bolivariana

Ciudad o municipio de la IES

Antioquia

Nombre de la práctica

Desarrollo de Proyectos Integradores Capstone como herramienta para el aprendizaje de Diseño y Control de Procesos en Ingeniería Química

Ámbito temático:

Innovación pedagógica

Tiempo de desarrollo de la práctica (años)

6

Nombre del líder de la práctica

Carlos Ocampo López

Correo electrónico del líder de la práctica

carlos.ocampo@upb.edu.co

Área o áreas de la institución que desarrollan la práctica.

Pedagógica / Académica

Problema o necesidad que originó la práctica

Se identificó la necesidad de mejorar la competencia específica de diseño en los estudiantes de Ingeniería Química y proveerles experiencias de aprendizaje activo que les permitieran desarrollar habilidades para la síntesis, el análisis, optimización y control de los procesos, acercándose a las necesidades de la industria y a las condiciones que se experimentan en los primeros años del ejercicio profesional.

Durante una transformación curricular realizada en 2015, egresados del programa, empleadores y pares académicos conceptuaron sobre la relevancia de un proyecto de diseño tipo Capstone, con una visión integradora entre los cursos de Diseño y Control de Procesos, e incluyendo de manera efectiva las necesidades del sector productivo.

Mecanismo usado para identificar el problema

Investigación

Descripción del mecanismo

Durante el desarrollo de los procesos de acreditación del programa de Ingeniería Química, se realizaron ejercicios de análisis prospectivo de la profesión y se contrastaron, mediante entrevistas y grupos focales, con las experiencias de diferentes egresados, los cuales participan en proyectos de diseño y operación de procesos industriales.

Se realizó una revisión de literatura sobre diferentes experiencias de cursos y proyectos de diseño Capstone en programas de ingeniería química en el mundo, y se analizaron las lecciones aprendidas en cada caso, contrastadas con las experiencias propias, las cuales se vienen desarrollando desde el año 2010.

Con esta información base, se formuló una experiencia de diseño Capstone para el programa de Ingeniería Química.

Resultados cuantitativos esperados

Diseño básico de mínimo cinco (5) plantas de procesos anuales por parte de los estudiantes de Ingeniería Química de la UPB.

Divulgación de los resultados obtenidos con la implementación de los Proyectos Integradores Capstone en al menos un (1) evento académico internacional relacionado con docencia universitaria.

Generar como mínimo dos (2) acercamientos anuales con egresados del programa para retroalimentar los resultados de los Proyectos Integradores Capstone.

Resultados cualitativos esperados

Fortalecer la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería Química de la UPB aplicando

aprendizaje basado en proyectos.

Diseñar procesos básicos de ingeniería mediante una experiencia integradora entre los cursos de Diseño y Control de Procesos, acercando a los estudiantes a la realidad de su ejercer profesional. Lograr que los estudiantes reciban retroalimentación de pares expertos de la industria química sobre sus proyectos de diseño Capstone.

Actividades desarrolladas en la implementación

Fortalecer la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería Química de la UPB aplicando aprendizaje basado en proyectos.

Diseñar procesos básicos de ingeniería mediante una experiencia integradora entre los cursos de Diseño y Control de Procesos, acercando a los estudiantes a la realidad de su ejercer profesional.

Lograr que los estudiantes reciban retroalimentación de pares expertos de la industria química sobre sus proyectos de diseño Capstone.

En articulación con

Egresados pertenecientes a la industria y los gremios a nivel nacional.

Esta articulación consistió en

Se logró la vinculación de egresados del programa que participan del sector productivo, redes académicas y agremiaciones profesionales para establecer un diálogo permanente que permita mejorar esta práctica en el corto y mediano plazo.

Mediante un *focus group* se está evaluando en forma periódica la pertinencia de este tipo de prácticas en cursos de último año de carrera.

Además, se logró crear lazos de cooperación con la Facultad de Ingeniería Química para que acompañen y retroalimenten los proyectos básicos de ingeniería, logrando que con este proyecto la comunidad académica sea permeada por nuevos desafíos de la profesión como la Cuarta Revolución Industrial, química verde y sostenibilidad de los procesos.

Elementos innovadores de la práctica de acuerdo al contexto

Es la primera experiencia de Proyecto Integrador Capstone entre los cursos de Diseño y Control de Procesos en un programa de ingeniería química del que se tenga registro en Colombia, y una de las pocas referenciadas en América Latina. Usualmente, estos cursos se dictan en forma aislada en las facultades de ingeniería química, pero la visión de integración que se logró en este curso acerca a los estudiantes a la realidad industrial. Hay entregables comunes y retroalimentación por parte de los dos profesores, lo que maximiza la experiencia académica del estudiante.

Las temáticas de los proyectos de diseño están alineadas con tendencias y necesidades del sector industrial, lo que permite mantener actualizados a los estudiantes de su profesión, y desarrollar en ellos competencias que les permiten abordar de una forma ordenada y rigurosa los proyectos de diseño en el contexto de la ingeniería química. Mediante un contacto permanente con egresados, empleadores y, en general, el sector industrial, se han consolidado temáticas para los proyectos Capstone que comprenden química verde, biotecnología, nanotecnología y sostenibilidad.

Los estudiantes, empleadores y pares internacionales destacan este proyecto de diseño Capstone como una experiencia única de preparación profesional y desarrollo de competencias en ingeniería que combina: una mirada de mercado, componentes de reflexión ética, ambiental, seguridad de procesos y la evaluación financiera por escenarios. Todo bajo una metodología de aprendizaje activo que fortalece la autonomía del estudiante. Con ello se logra impactar a los estudiantes para que aborden el ejercicio del diseño de manera responsable, rigurosa y creativa.

Esta práctica emplea herramientas informáticas y propiedad intelectual desarrollada por los mismos docentes de la facultad, lo que genera un sello distintivo de creatividad y recursividad. Se han desarrollado aplicativos para el cálculo de propiedades termodinámicas, solución numérica de sistemas de ecuaciones para el dimensionamiento de equipos de proceso y especialmente un programa en Microsoft Excel que simula escenarios financieros para estimar la rentabilidad del diseño empleando, la metodología de Monte Carlo, lo que provee al estudiante herramientas para la toma de decisiones desde su formación en pregrado.

Mecanismo de evaluación del desarrollo y los resultados obtenidos

Encuestas
Focus group
Entrevistas
Observación participante

Descripción del mecanismo

La mirada externa de egresados del programa que participan de actividades industriales ha servido como herramienta de evaluación de los aprendizajes y retroalimentación en la orientación de esta práctica. Es por ello que se propuso, en primer lugar, un sondeo a los egresados del programa con menos de cinco años de ejercicio profesional para valorar su percepción sobre la pertinencia de la experiencia de diseño Capstone en su proceso de formación. En segundo lugar, se realizó un *focus group* con egresados que acreditan alta trayectoria profesional, formación avanzada y experiencia en el área de diseño, para evaluar la calidad del proyecto Capstone y el valor que entrega a los profesionales recién graduados en ingeniería química.

Resultados cuantitativos de la práctica

Número de estudiantes impactados igual a 326 (desde el año 2015 a la fecha).
Número de proyectos Capstone formulados: 65 (desde el año 2015 a la fecha).

Resultados cualitativos de la práctica

Desarrollo de competencias en los estudiantes para el diseño y control de procesos.
Reconocimiento de la calidad del egresado de la UPB en los aspectos de diseño a nivel industrial.
Posicionamiento del programa por sus iniciativas pedagógicas hacia el aprendizaje activo.
Fortalecimiento de los procesos académicos de la UPB para el desarrollo de proyectos integradores.

Conclusiones generadas a partir de la evaluación

94 % de los egresados del programa reconocen en el proyecto Capstone y en la metodología de aprendizaje basada en proyectos aspectos valiosos y pertinentes para su desarrollo profesional.

El *focus group* con egresados expertos en ingeniería química validó la pertinencia académica de la integración Diseño - Control de Procesos para el desarrollo de proyectos de diseño Capstone.

Los estudiantes evidenciaron una mejora en sus competencias, al implementar en los cursos herramientas computacionales para el desarrollo de proyectos Capstone.

Principales transformaciones derivadas de la buena práctica

La Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Pontificia Bolivariana desarrolló una integración en los cursos de Diseño y Control de Procesos para incorporar una metodología de aprendizaje basado en proyectos mediante un proyecto Capstone que ha permitido mejorar el aprendizaje significativo de los estudiantes. Este cambio se implementó en 2015, luego de una transformación curricular en la que se buscaba mejorar el desarrollo de competencias en diseño en los estudiantes, y acercarlos a su ejercer profesional.

Los estudiantes evidenciaron una mejora en sus competencias, al implementar en los cursos herramientas computacionales para el desarrollo de proyectos Capstone fortaleciendo capacidades para investigar, tomar decisiones para diseñar e integrar los conceptos de control en el desarrollo de la ingeniería básica de procesos. Por otra parte, el desarrollo de esta buena práctica fortaleció su trabajo autónomo y la gestión de grupos para el desarrollo de actividades de ingeniería. Adicionalmente, creo en la Universidad Pontificia Bolivariana una metodología replicable para el desarrollo de proyectos integradores con aprendizaje activo.

Se implementaron estrategias para mejorar el aprendizaje del diseño y el control de los procesos de los estudiantes, las cuales involucran evaluación externa ante pares expertos en diseño, operación y control de procesos en la industria. La incorporación de pares externos provenientes de la industria permitió fortalecer las rúbricas y generar canales de retroalimentación a la facultad. Los resultados de aprendizaje permitieron mejorar el desarrollo de los cursos integradores, en particular la estabilidad, controlabilidad y sintonía de controladores PID.

Documentación del proceso de planeación, implementación y evaluación de resultados

La buena práctica se documentó en artículos y material audiovisual que se ha publicado eventos académicos relacionados con educación en ingeniería a nivel nacional e internacional; así mismo, en plataformas abiertas como YouTube, y Research Gate. Se sigue trabajando en la generación de artículos indexados.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5095508>

<https://youtu.be/-2mrQNwadf0>

https://www.researchgate.net/publication/353958690_Desarrollo_de_una_.....

Medios de divulgación de la práctica

Congresos
Publicaciones
Sitios web

Ponencia "Development of Capstone Integrative Projects as a tool for learning Design and Process Control in Chemical Engineering". International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE/ALE'2021), Braga - Portugal, 07 -09 July 2021.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5095508>

Conferencia "Development of Capstone Projects for learning Design and Control in Chemical Engineering at UPB" vía YouTube. International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE/ALE'2021)

<https://youtu.be/-2mrQNwadf0>

Conferencia: "Desarrollo de una experiencia de aprendizaje para el diseño y control de procesos asistida por computador", presentada en el 14.º Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, celebrado en Lima, Perú, el 21 de octubre de 2019.

https://www.researchgate.net/publication/353958690_Desarrollo_de_una_Experiencia.....

