



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

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

**CARTAGENA, COLOMBIA
18 al 21 de septiembre de 2018**



PROYECTOS INTEGRADOS VERTICALMENTE (VIP): EL RETO DEL TRABAJO TRANSVERSAL Y MULTIDISCIPLINAR EN INGENIERÍAS

**Julián Yepes Martínez, Javier Sanjuán, Andrés Deulofeu, Giselle Peñaloza,
Miguel Padilla, Jaishir Bayuelo, Wilson Tovar, Fabio Zapata**

**Universidad del Norte
Barranquilla, Colombia**

Resumen

El ingenio, la curiosidad y la innovación son elementos valorados en los estudiantes de ingeniería, sin embargo, su desarrollo no es propiciado por las metodologías pedagógicas tradicionales de las aulas de clases. Según estadísticas del ministerio de Educación año 2017, En Colombia se gradúan 8,2 doctores (PhD) por cada millón de habitantes, un número muy bajo en comparación con otros países, esto va ligado a la motivación de las nuevas generaciones de ingenieros para investigar y desarrollar nuevo conocimiento.

En este trabajo se dan a conocer los resultados de la implementación del programa VIP (*Vertically Integrated Projects*) como estrategia de aprendizaje activo, bajo un contexto de trabajo cooperativo y conformado por estudiantes de pregrado, posgrado y docentes investigadores de la división de ingeniería de la Universidad del Norte. En la resolución de problemáticas se hace uso del conocimiento de los integrantes de los grupos multidisciplinarios de trabajo, promoviendo el fortalecimiento de habilidades blandas tales como comunicación efectiva, liderazgo, creatividad, resolución de problemas, trabajo en equipo y flexibilidad.

La implementación del programa VIP les permite a los estudiantes reforzar y practicar sus conocimientos, pudiendo vincularse a partir de cuarto semestre, también brinda la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, por medio del trabajo colaborativo con estudiantes de otros semestres y programas académicos, beneficiando la continuidad y profundidad del trabajo investigativo. Representa una buena relación costo-beneficio, ya que los estudiantes pueden matricular créditos de acuerdo a su disponibilidad y adquirir experiencia en el campo técnico e investigativo, otorgándole un valor agregado a los recién egresados, quienes muchas veces no cuentan con ninguna experiencia laboral al terminar sus estudios de pregrado. Es un proceso

escalable, ya que los problemas trabajados son similares a aquellos que enfrentan los ingenieros en la industria y, por último, es sustentable, ya que se benefician docentes, grupos de investigación, estudiantes de último semestre de pregrado, maestría y doctorado de las investigaciones y diseños realizados. Se espera como resultado a mediano plazo la incorporación de nuevos jóvenes investigadores y estudiantes de maestría y doctorado, mejorando así la calidad de las investigaciones desarrolladas.

Palabras clave: multidisciplinario; cooperación; proyectos integrados verticalmente

Abstract

Ingenuity, curiosity, and innovation are valued elements in the engineering students; notwithstanding, their development is not propitiated by the traditional pedagogical methodologies applied in the classroom. According to the statistics of the Ministry of Education till the year 2017, in Colombia 8.2 PhD are graduated per million of inhabitants. A number that is low when compared with other countries. This statistic is linked to the motivations of the new generations to investigate or developed new knowledge.

In this paper, the results of the implementation of the program VIP (Vertically Integrated Projects) are presented as a strategy for the active learning, under the context of the cooperative work, integrated by undergraduate, graduate students and research professors of the division of engineering in Universidad del Norte. For the solution of engineering problems, it is used the abilities of the members of multidisciplinary groups, promoting the enforcement of soft skills such as effective communication, leadership, creativity, problem resolution, teamwork, and flexibility.

The implementation of the VIP program allows students the enforcement and practice of their knowledge, since their entailment from the fourth semester, also brings the opportunity to acquire new experiences by the collaborative work with students from other semesters and academic programs, benefiting the continuity and the depth of the investigative work. Also, represents a valid cost-benefit relation, since the students can enroll credits according to their disponibility and acquire experience in the technical and research field, granting them an additional value to the new graduates, whom most of the time do not count with labor experience at the end of their undergraduate studies. It is a scalable process, due to the worked problems are similar to those that face engineers in industry and, lastly, it is sustainable, since professors, research groups, last semester students, magister, and doctoral researchers are benefited by the design obtained. It is expected as a medium-term result the incorporation of young researchers and master and doctoral students, thus improving the quality of the developed research.

Keywords: multidisciplinary; cooperation; vertical integrated projects

1. Introducción

En los últimos años el aprendizaje activo ha tomado mayor relevancia debido a los cambios que propone y beneficios que se obtiene, con respecto a las metodologías de enseñanza tradicionales. Podemos definir el aprendizaje activo como el método de enseñanza que incluye actividades en clase, con el fin de incrementar el nivel de compromiso y participación de los estudiantes con su proceso de aprendizaje (Prince, 2004), donde el principal actor es el mismo estudiante. En este sentido, todas aquellas actividades que involucran interacción del estudiante con sus compañeros y/o estudiantes con sus docentes pueden ser enmarcadas dentro de éste tipo de metodología.

Estudios han demostrado que la colaboración conduce a mejores resultados que la competencia. Además, la cooperación también fortalece las relaciones interpersonales, el apoyo social, y refuerza la autoestima; dando como resultados una mayor disponibilidad a trabajar en grupos, a relacionarse con docentes, pares y tutores, y a ser más comprometidos con su proceso de aprendizaje (Terenzini, *et al.*, 2001).

Bajo esta premisa, se ha adaptado ésta modalidad de enseñanza para el trabajo con el programa VIP (Vertically Integrated Projects), cuyo objetivo es proporcionarles a los estudiantes de pregrado las oportunidades requeridas para incorporarse en proyectos interdisciplinarios, con el apoyo de estudiantes de maestría y doctorado, y afrontar así retos de ingeniería de mayor complejidad [3]. Con esto se logra reducir la brecha en la relación entre estudiantes y profesores, fomentando confianza y seguridad en los participantes de estos cursos; también se les presenta una imagen más clara del ejercicio de la ingeniería más allá de los problemas de los libros guía, y se contribuye a mejorar la interacción con estudiantes de otras carreras. Datos del mismo estudio indican que aproximadamente el 12% de los estudiantes que participaron en cursos del programa VIP en algunas universidades de Estados Unidos, continuaron con estudios de postgrado al terminar sus estudios (Lagoudas, 2015).

Investigaciones realizadas por un grupo de universidades en Estados Unidos bajo la figura de consorcio VIP, dan a conocer los resultados de la aplicación de VIP en sus universidades, evaluando el año y la forma de aplicación del programa, las habilidades blandas que demostraron los estudiantes antes y después de participar, los índices de ingreso y crecimiento del programa, los métodos de selección y reclutamiento de estudiantes, los apoyos o incentivos que brindaron las universidades para continuar con el programa y la percepción de los estudiantes respecto a los beneficios que habían obtenido de participar de los cursos VIP, destacándose comentarios relacionados a la oportunidad de estar inspirado a crear y a aprender de las personas con ideas diferentes a las propias y la necesidad de aportar con recursos para la motivación y fortalecimiento de los grupos de trabajo (Aazhang, 2017).

2. Metodología

La Figura 1 presenta un esquema de trabajo general de las actividades propuestas para el semestre 201810, en la asignatura VIP.

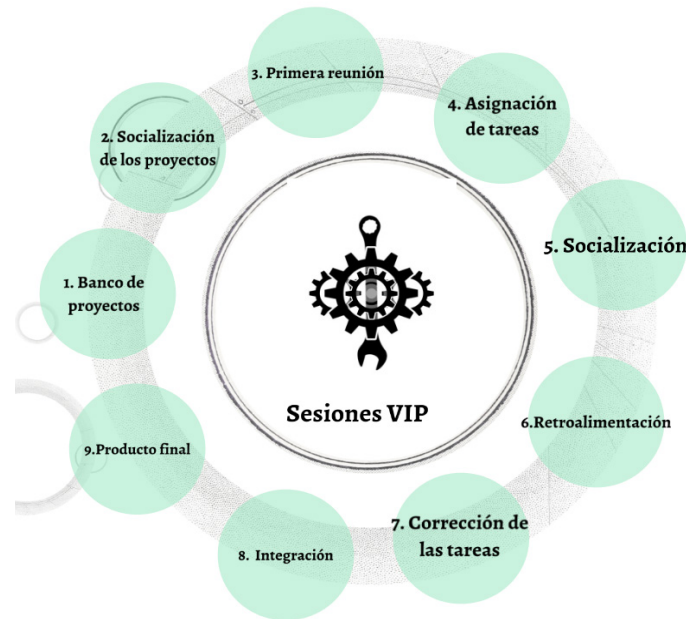


Figura 1. Metodología para la implementación de las sesiones VIP

Dicho esquema de trabajo parte del planteamiento de un banco de proyectos (paso 1) por parte del docente o grupo de docentes asociados a los grupos de investigación de la división de ingeniería. Dependiendo del grado de exigencia de cada proyecto, los docentes se encargan de definir el número de integrantes de cada uno, teniendo en cuenta los diferentes tipos de competencias que deben poseer los estudiantes, ya sean académicas (el semestre en el que se encuentra o el tipo de interés investigativo) o blandas (habilidades analíticas o liderazgo). Una vez obtenido el banco de proyectos, estos son socializados entre los grupos de estudiantes (paso 2), realizando la asignación de los proyectos con base a las características de cada uno de forma individual. Designados los proyectos, el siguiente paso es la realización de la primera reunión con el tutor investigador (paso 3), en esta reunión se les expone en detalle los objetivos a alcanzar durante el semestre y se realiza la asignación de tareas (paso 4) a cada estudiante en función de sus competencias. Es necesario aclarar que la asignación de cada tarea se realiza de acuerdo al objetivo específico para cada disciplina, subdividiendo este en una lista de pequeños deberes que el estudiante realizará para cada semana. De esta forma, el tutor adjudica un día de la semana en el que se socializan (paso 5) los avances de cada estudiante por disciplina. Además, se realiza la retroalimentación (paso 6) y, si es necesario, la corrección de las tareas (paso 7); ambos pasos son realizados de forma grupal con todos los integrantes del grupo de trabajo para que no sólo sea el docente quien dé su opinión al respecto de los resultados de la investigación. Cuando los objetivos individuales son cumplidos, se procede a la integración de los resultados (paso 8) interdisciplinarios, por ejemplo, si se está desarrollando un prototipo y este fue desarrollado con el trabajo en conjunto de estudiantes de diferentes ingenierías en esta etapa se llevaría a cabo el ensamble de todos los desarrollos llevados a cabo. Por último, todos estos pasos desencadenan en la obtención de un producto final (paso 9), este producto puede ser un artículo, la construcción de un prototipo o la presentación en una conferencia.

3. Resultados

De acuerdo a la metodología planteada se realizan dos encuestas, una al inicio y otra al final del semestre. Estas encuestas tienen la finalidad de determinar la percepción del estudiante en 4 habilidades con la experiencia de VIP.

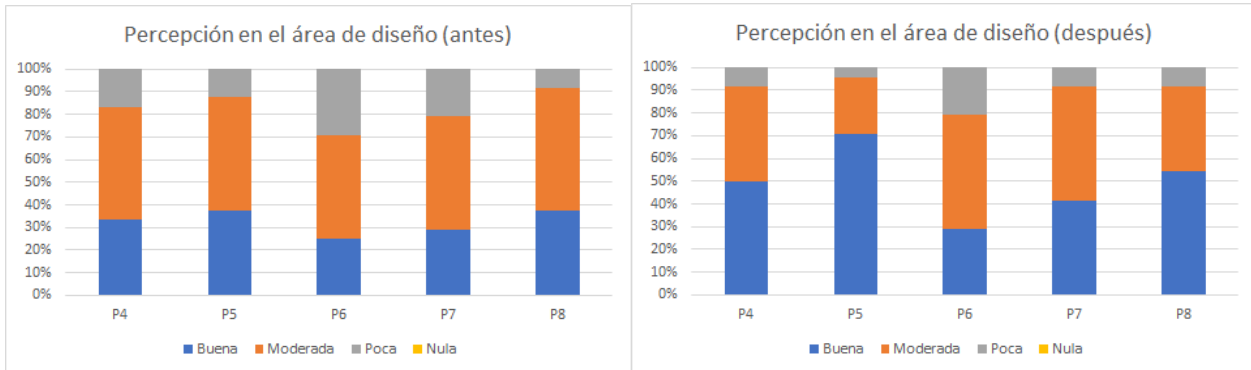


Figura 2: Percepción en el área de diseño a) Inicial b) Final

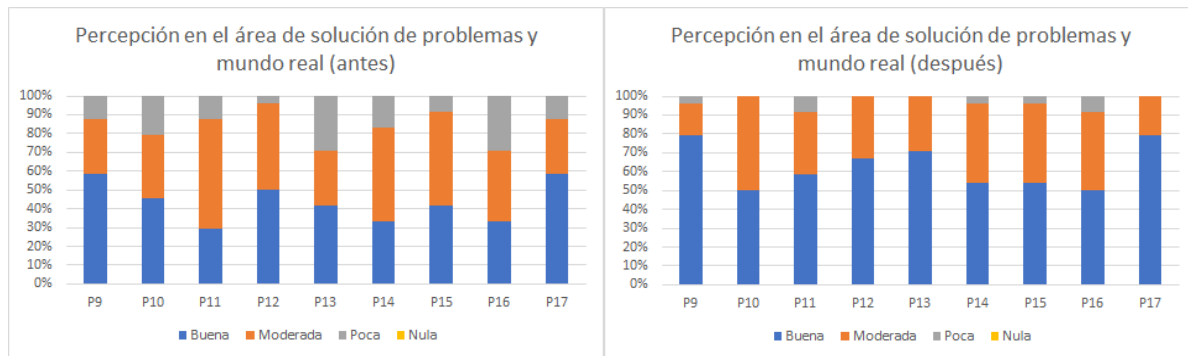


Figura 3: Percepción en la solución de problemas y aplicaciones en el mundo real a) Inicial, b) Final.

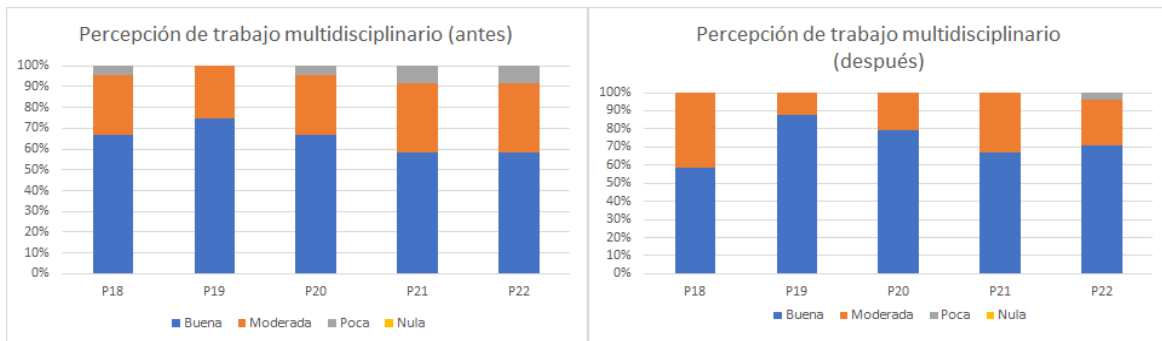


Figura 4: Percepción sobre trabajo multidisciplinario a) Inicial b) Final

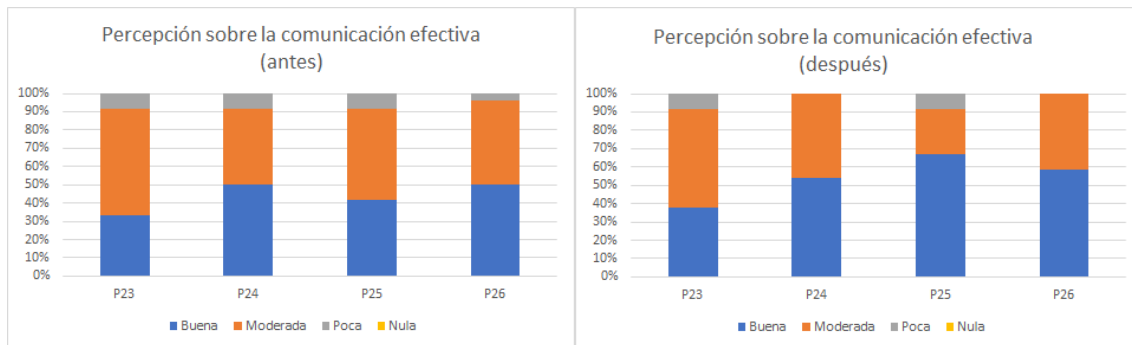


Figura 5: Percepción sobre la comunicación efectiva a) Inicial b) Final

De acuerdo a los resultados de las figuras 2 a la 4, se puede analizar que el porcentaje de percepción en la categoría “Buena” aumentó en todos los casos, luego de la aplicación de la encuesta al final de la experiencia VIP.

En el caso del área de diseño, la que presentó mayor aumento en la categoría “Buena” fue la comprensión del proceso de diseño en ingeniería, pasando del 38% a un 71%.

En el caso del área de solución de problemas y aplicaciones en el mundo real, la que presentó un mayor incremento en la categoría “Buena” fue la consideración de la habilidad para comprender que un problema puede tener más de una solución, pasando del 42% al 71% y en la categoría “Poca” pasó del 29% al 0%.

En el caso del área del trabajo multidisciplinario, el ítem que presentó mayor crecimiento en la categoría “Buena” fue la consideración de la habilidad para escuchar con actitud abierta, las ideas de otras personas, pasando del 75% al 88%.

En el caso del área de la comunicación efectiva, la categoría “Buena” con mayor aumento fue la consideración de la habilidad para explicar mis ideas a otro, pasando del 42% al 67%.

4. Conclusiones

La implementación del programa VIP ha permitido, a los miembros participantes, demostrar los conocimientos adquiridos durante su carrera y, sobre todo, aplicarlos a un contexto real. También ha permitido que los estudiantes sean conscientes del crecimiento en experiencia y cambio de mentalidad sobre el quehacer del ingeniero, aplicando o promoviendo algunas habilidades blandas necesarias para interactuar con compañeros de trabajo de otras disciplinas.

Esta experiencia también ha contribuido a cambiar la percepción de los participantes con respecto a la idea de que los problemas tienen una única solución, permitiendo que adopten una postura más abierta a diferentes ideas, acoplando el conocimiento que disponen a diferentes realidades locales o enfoques disciplinares. Luego de participar de esta experiencia también se evidenció un

incremento en la percepción de los estudiantes con respecto a sus habilidades comunicativas y sus relaciones interpersonales.

5. Referencias

Artículos de revistas

- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.
- Terenzini, P. T., Cabrera, A. F., Colbeck, C. L., Parente, J. M., & Bjorklund, S. A. (2001). Collaborative learning vs. lecture/discussion: Students' reported learning gains. *Journal of Engineering Education*, 90(1), 123-130.

Memorias de congresos

- Cullers, J., Hughes, W. L., & Llewellyn, D. C. (2017). Vertically Integrated Projects (VIP) Programs: Multidisciplinary Projects with Homes in Any Discipline. 2017 ASEE Annual Conference & Exposition, Columbus
- Lagoudas, M. M. Z. Multidisciplinary Vertically Integrated Teams Working on Grand Challenges. *age*, 26, 1.

Sobre los autores

- **Julián Yepes Martínez:** Ingeniero Químico, Máster en Ingeniería Química de la Universidad del Valle, profesor tiempo completo. juliany@uninorte.edu.co
- **Javier Sanjuán:** Ingeniero Mecánico, Máster en Ingeniería Mecánica de la Universidad del Norte, profesor catedrático. jdecaro@uninorte.edu.co
- **Andrés Deulofeu:** Estudiante décimo semestre de Ingeniería Mecánica. adeulofeu@uninorte.edu.co
- **Giselle Peñaloza:** Estudiante décimo semestre de Ingeniería Mecánica. gguacaneme@uninorte.edu.co
- **Miguel Padilla:** Estudiante séptimo semestre de Ingeniería Mecánica. apmiguel@uninorte.edu.co
- **Jaishir Bayuelo:** Estudiante quinto semestre de Ingeniería de sistemas. jaishirb@uninorte.edu.co
- **Wilson Tovar:** Estudiante quinto semestre de Ingeniería de sistemas. twilson@uninorte.edu.co
- **Fabio Zapata:** Estudiante cuarto semestre de Ingeniería de sistemas. fabioz@uninorte.edu.co

6. Anexos 1: Preguntas de encuesta de percepción.

Número de pregunta.	Descripción de la pregunta.
P1	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para comprender qué actividades puede desempeñar un ingeniero en la industria o la academia es:
P2	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para comprender que los ingenieros frecuentemente requieren considerar para sus labores aspectos adicionales a los técnicos (ejemplo: económicos, sociales, políticos) es:
P3	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi comprensión de las contribuciones de la ingeniería a la sociedad es:
P4	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi comprensión del lenguaje empleado para diseño en ingeniería es:
P5	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi comprensión del proceso de diseño en ingeniería es:
P6	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para realizar diseño en ingeniería es:
P7	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para evaluar argumentos y evidencias, comparando sus fortalezas y debilidades relativas, es:
P8	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para desarrollar soluciones que combinen los aspectos positivos de soluciones previas, mientras evitan sus aspectos negativos, es:
P9	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para identificar la información necesaria para resolver un problema es:
P10	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para aplicar conceptos o ideas abstractos a una situación o problema real es:
P11	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para dividir problemas complejos en tareas más simples es:
P12	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para comprender que un problema puede tener más de una solución es:
P13	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para comprender que un problema puede tener más de una solución es:
P14	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para utilizar criterios ampliamente establecidos para evaluar y dar prioridad a alternativas de solución es:
P15	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para identificar contradicciones o inconsistencias en ideas, datos, gráficas, etc es:
P16	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para identificar las limitaciones prácticas para la aplicación de una idea es:

PROYECTOS INTEGRADOS VERTICALMENTE (VIP): EL RETO DEL TRABAJO TRANSVERSAL Y MULTIDISCIPLINAR EN INGENIERÍAS

P17	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad utilizando métodos de discusión para analizar y resolver un problema en grupo es:
P18	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para desarrollar métodos para la resolución de conflictos y lograr acuerdos en un grupo es:
P19	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para escuchar con actitud abierta las ideas de otras personas es:
P20	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para trabajar como parte de un grupo en proyectos colaborativos es:
P21	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para ser paciente y tolerante con las ideas o soluciones propuestas por otros es:
P22	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para reconocer errores o debilidades en mis propias ideas es:
P23	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para describir claramente un problema de manera oral es:
P24	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para describir claramente un problema por escrito es:
P25	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para explicar mis ideas a otros es:
P26	Como resultado de mis estudios de pregrado, considero que mi habilidad para realizar preguntas relevantes para clarificar hechos, conceptos o soluciones es:

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)