



**Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:  
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



# ¿CÓMO INCREMENTAR LA INVESTIGACIÓN EN LA INGENIERÍA?

**Paalo Moreno, Nicolás Moreno**

**Universidad de Santander  
Bucaramanga, Colombia**

## **Resumen**

De acuerdo a investigaciones realizadas por Jhon Medina, biólogo molecular profesor de la universidad de Washington, todos los seres humanos somos investigadores innatos. Ver a un bebé comer tierra o cualquier objeto del suelo es un gran ejemplo; él aplica el método científico: observa, realiza hipótesis, experimenta y concluye. Desafortunadamente, con el transcurso del tiempo la mayoría de las personas pierden la curiosidad innata de conocer el funcionamiento de su entorno.

De acuerdo al informe publicado por COLCIENCIAS de los 3.970 grupos de investigación reconocidos, sólo el 18% pertenece a ingenierías. Un resultado similar se encuentra en la base de datos *SCImago*, en el periodo de 1996-2015 Colombia publicó 60.402 artículos, de los cuales sólo el 16,2% corresponde al área de las ingenierías.

Entre las dificultades que enfrenta un investigador en el área de la ingeniería está la falta de interés del estudiante de pregrado en realizar su proyecto de grado en investigación. En el programa de ingeniería civil de la Universidad de Santander - UDES, históricamente los estudiantes prefieren realizar prácticas empresariales, debido a que consideran que estas son más atractivas en el campo laboral y ofrecen experiencia útil en el momento de conseguir empleo.

Se plantean tres propuestas para incentivar la investigación en las facultades de ingeniería: Incrementar la práctica en las asignaturas teóricas, presentar ejemplos innovadores de investigación aplicada en la ingeniería y fomentar hábitos de lectura de artículos técnicos.

La implementación de estas estrategias está relacionado con la creatividad al impartir el conocimiento: Realizar experimentos sencillos y demostraciones visuales. El cerebro humano aprende por experimentación, cuando el estudiante llega por sí solo a una conclusión aprende más que cuando el profesor da la respuesta.

Presentar ejemplos innovadores de investigación ayuda al estudiante a recordar que el ingeniero es ante todo un inventor.

La asignatura electiva "Smart materials" ofertada en la malla curricular del programa de Ingeniería Civil en la Universidad de Santander – UDES está aplicando las tres estrategias propuestas con el fin de incrementar los procesos innovadores, cambiando la forma de hacer la investigación, proyectando desde el pregrado la innovación, la competitividad y el cambio.

**Palabras clave:** investigación; enseñanza; ingeniería

### ***Abstract***

*According to the research conducted by John Medina, a molecular biologist professor at the University of Washington, all humans are natural explorers. Observing a baby eating soil is a great example; as he applies the scientific method: observation, hypothesis, experiment and conclusion. Unfortunately, most people lose their natural curiosity about how the world works.*

*According to COLCIENCIAS only 18% of the 3,970 recognized research groups belong to engineering. A similar result can be found in the SCImago database, during the years 1996 to 2015 Colombia published 60,402 papers and only 16.2% belong to engineering.*

*One of the reasons for such low amount of research within the engineering field is the lack of interest of students on research-related graduation projects. In the civil engineering program at Universidad de Santander - UDES historically students prefer to do internships for their final graduation assignment, as they believe that this experience will make them more attractive in the job market.*

*Three proposals to encourage research in engineering faculties are discussed: increase the amount of practical component on theoretical courses, present innovative examples of applied research in engineering and encourage reading habits of papers.*

*The implementation of these strategies is related to creativity to impart knowledge: Perform simple experiments and visual demonstrations. The human brain learns by experimentation, therefore, a student can learn more by arriving to a conclusion by himself, rather than being given an answer by a teacher. Presenting innovative examples of research helps the student remember that an engineer is primarily an inventor.*

*The elective course "Smart materials" offered in the Civil Engineering program at Universidad de Santander - UDES is implementing the three proposed strategies in order to increase innovative processes, changing the way we do research, projecting from the undergraduate innovation, competitiveness and change.*

**Keywords:** *research; teaching; engineering*

## 1. Introducción

El ingeniero civil Thomas Tredgold (1788–1829), definió la ingeniería como “el arte de dirigir los grandes recursos de energía de la naturaleza para uso y conveniencia del hombre”. La ingeniería es a la ciencia lo que el arte es a las humanidades: su máxima expresión, de acuerdo con el ingeniero aeroespacial Theodore von Kármán “El científico estudia lo que es y el ingeniero crea lo que nunca ha sido”. Mientras la ciencia es el estudio del comportamiento de las cosas, la ingeniería aplica este conocimiento para mejorar las condiciones de vida del ser humano. El desarrollo de la ciencia implica el desarrollo de la ingeniería, la simbiosis existente entre ambas ha permitido que la humanidad aproveche al máximo su entorno y las capacidades únicas de la especie.

El cerebro humano es la herramienta más poderosa del mundo, con él, el ser humano tiene la capacidad de captar, procesar y aplicar la información que llega por vía natural a través del entorno. De acuerdo a investigaciones realizadas por Jhon Medina, biólogo molecular profesor de la Universidad de Washington, todos los seres humanos somos investigadores innatos. Esta afirmación se corrobora observando a un bebe comer tierra; él aplica el método científico: observa, realiza una hipótesis, experimenta y concluye. La capacidad de aprender y sorprenderse puede durar toda la vida pero desafortunadamente con el transcurso del tiempo la mayoría de las personas pierden la curiosidad innata de conocer el funcionamiento de su entorno [1].

## 2. Estado actual de la investigación en ingeniería en Colombia

En el informe publicado por COLCIENCIAS “El estado de la ciencia en Colombia” se muestra el panorama general de la actividad científica y tecnológica del país de acuerdo a los resultados de la convocatoria 693/2014 [2]. En la figura 1, se observa que de los 3.970 grupos de investigación reconocidos en la convocatoria sólo el 18% pertenece a ingenierías. Un resultado similar se encuentra en la base de datos SCImago [3]. En el periodo de 1996-2015 Colombia publicó 60.402 artículos, de los cuales sólo el 16,2% corresponde al área de las ingenierías.

## Grupos de investigación Colombianos reconocidos por la convocatoria 693/2014

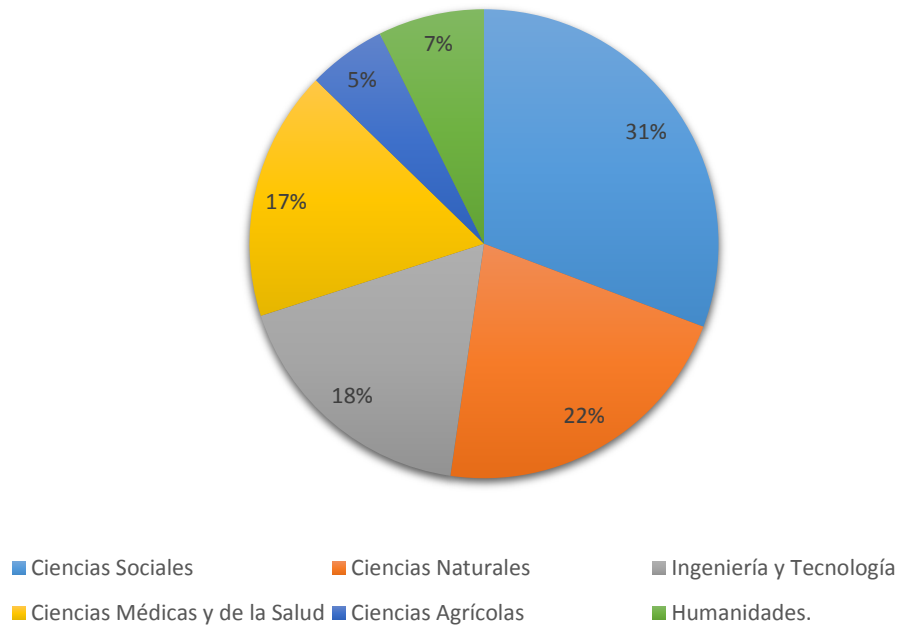


Figura 1. Grupos de investigación Colombianos reconocidos por la convocatoria 693/2014

Entre las dificultades que enfrenta un investigador en el área de la ingeniería está la falta de interés del estudiante de pregrado en realizar proyecto de grado en investigación. Entre los años 2013 – 2015 (Figura 2), 127 estudiantes presentaron sus trabajos de grado en el programa de ingeniería civil de la Universidad de Santander – UDES, el 88.5% de estos estudiantes seleccionaron práctica empresarial como modalidad de trabajo de grado. Los estudiantes consideran que las prácticas empresariales son más atractivas en el campo laboral y ofrecen experiencia útil en el momento de conseguir empleo.

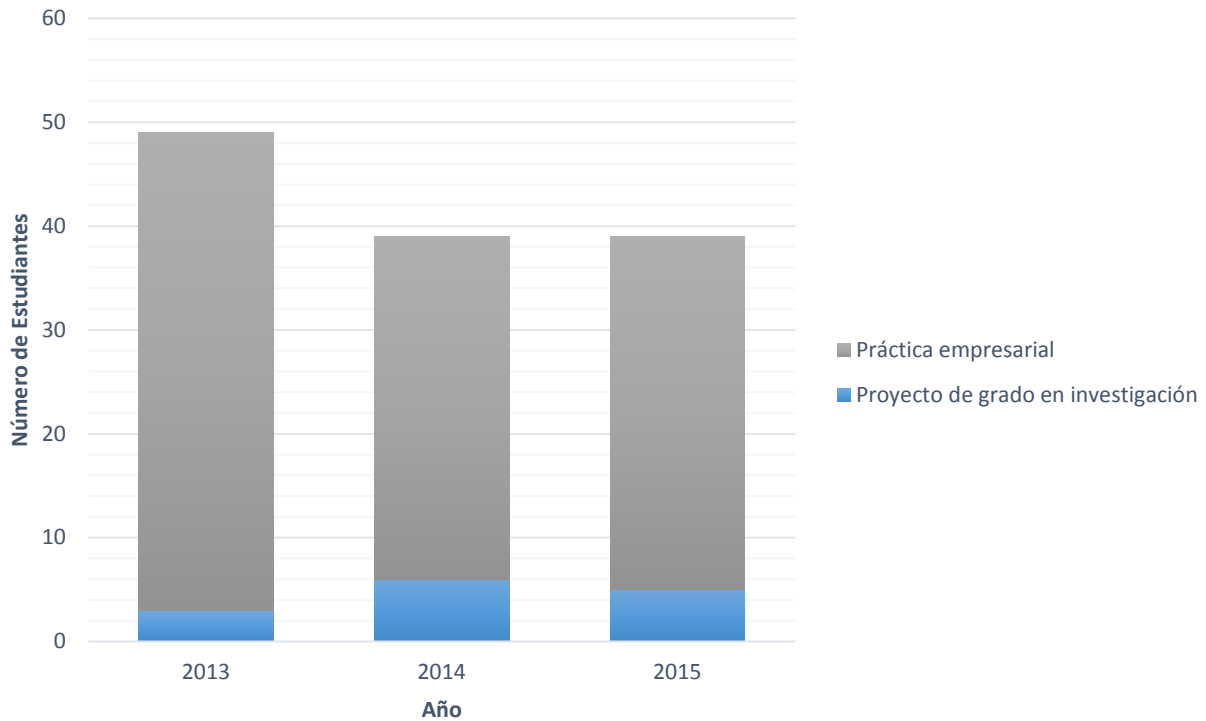


Figura 2. Trabajos de grado realizados en el programa de ingeniería civil de la Universidad de Santander – UDES

La ingeniería sin investigación es obsoleta, por lo tanto es preocupante su baja participación en la investigación a nivel nacional. La práctica no sólo es fundamental, es el propósito mismo de la ingeniería, sin embargo para que esta se mantenga relevante se debe propiciar la profundización e investigación por parte de ingenieros y estudiantes de pregrado.

### 3. Estrategias propuestas para incentivar la investigación en ingeniería

Todo avance en la calidad de vida de la humanidad ha sido precedido por la curiosidad; ¿Qué pasaría si lo hacemos más ligero? ¿Más alto? ¿Más bajo?. Aquella máxima del fútbol “equipo que gana no se toca” corre el riesgo de ser anacrónica cuando se habla de ciencia e investigación, las catedrales y estructuras en piedra cumplen su objetivo de salvaguardar al hombre de las inclemencias del tiempo y del hombre mismo, sin embargo resulta inviable pensar en construir este tipo de estructuras en la actualidad.

Lo que funciona ahora puede funcionar mejor mañana, y esa es la idea que se debe llevar a cabo en la educación. De acuerdo al estudio realizado por Kapranos (2013) [4] en el departamento de ciencia de los materiales e ingeniería de la Universidad de Sheffield del Reino Unido: las cátedras basadas en monólogos por parte de los docentes están cayendo en desuso, se ha encontrado que presenta mejores resultados en cuanto al interés despertado en la materia, la participación activa de los estudiantes en el desarrollo de la clase.

Con el fin de buscar estrategias para incentivar la investigación y formar ingenieros innovadores, se plantearon tres propuestas:

- Incrementar la práctica en las asignaturas teóricas
- Presentar ejemplos innovadores de investigación aplicada en la ingeniería
- Fomentar hábitos de lectura de artículos técnicos.

Estas estrategias fueron socializadas con 85 estudiantes de segundo a noveno nivel del programa de ingeniería civil de la Universidad de Santander-UDES y se les preguntó cuáles de estas estrategias les gustaría que se aplicarían en las asignaturas de la carrera. En la Figura 3 se observa el número de estudiantes que seleccionó cada estrategia.

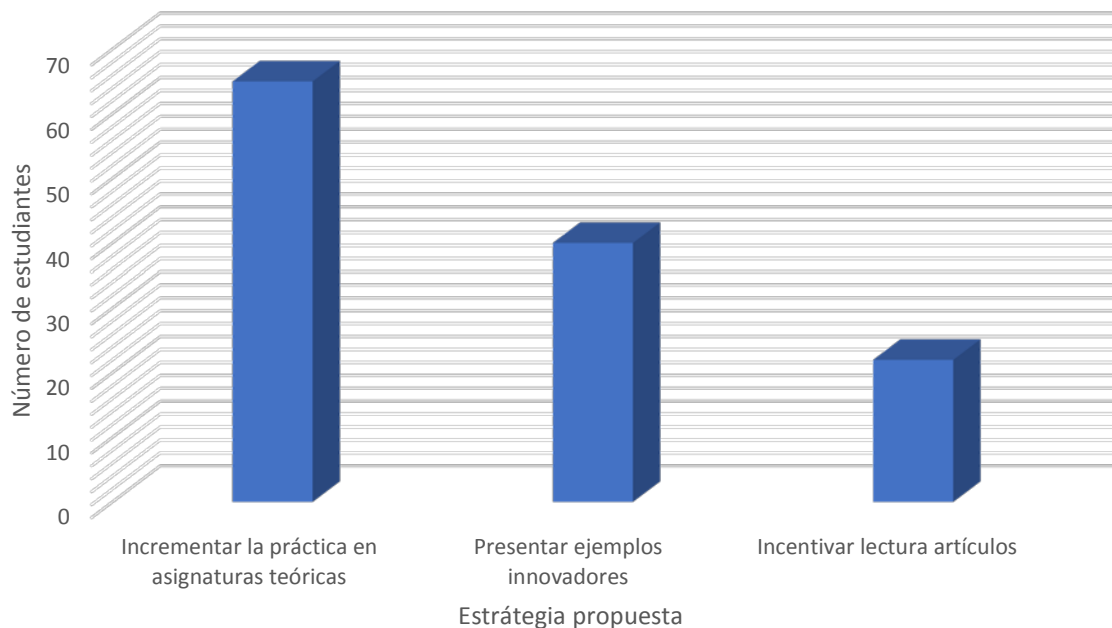


Figura 3. Resultados de la socialización de las estrategias propuestas a los estudiantes del programa de ingeniería civil de la Universidad de Santander-UDES

La implementación de estas estrategias no requiere incrementar los laboratorios, está relacionado con la creatividad al impartir el conocimiento: Realizar experimentos sencillos y demostraciones visuales. El cerebro humano aprende por experimentación, cuando el estudiante llega por sí solo a una conclusión aprende más que cuando el profesor da la respuesta. Presentar ejemplos innovadores de investigación ayuda al estudiante a recordar que el ingeniero es ante todo un inventor.

Se desea fomentar la curiosidad del estudiante, fomentar su tendencia natural hacia el descubrimiento y la exploración. El dominio del conocimiento permite tomar riesgos intelectuales, permite crear. Como expreso el ingeniero y trigésimo primer presidente de los Estados Unidos, Herbert Hoover:

La ingeniería es una gran profesión. Es la fascinación de contemplar como un producto de la imaginación emerge con la ayuda de la ciencia hasta plasmarse sobre un plan en un papel. Después se realiza en piedra, metal o energía. Luego crea trabajos y hogares a los hombres. Eleva el estándar de vida y aumenta el confort. Este es el alto privilegio del ingeniero.

Por ello es fundamental la impartición de clases enfocadas hacia la innovación de la ingeniería donde se ilustre al estudiante sobre los avances hechos en los campos pertinentes a la asignatura. La lectura de artículos de investigación, los cuáles en su mayoría se encuentran en un segundo idioma, ofrece un contexto actual sobre el rumbo que lleva cada una de las ramas de la profesión y permite al estudiante enfocarse en la solución de problemas actuales, evitando así “inventar la rueda” nuevamente y tener una visión completa del estado actual de la ciencia.

#### **4. Discusión y conclusión**

De acuerdo al trabajo realizado por Subahan Mohd Meerah (2013) [5], en la Facultad de ingeniería de la Universidad Kebangsaan de Malasia los pasos para poder lograr cambios en las conductas educativas son: enfocar, observar, planear, realizar acciones, y, reflexionar.

Enfocar: Se refiere a identificar un área en la que sea posible realizar una mejora.

Observar: Después de seleccionar el área, es necesario determinar el estado actual de la misma.

Planear Plantear ideas (hipótesis) de cómo mejorar el área enfocada.

Realizar acciones: Llevar a cabo las acciones planteadas

Reflexionar: Recolectar datos para analizar si las acciones llevadas a cabo han realizado un cambio en el área seleccionada.

En este caso, se han realizado los tres primeros pasos: se seleccionó el área a mejorar, la cual es la investigación en la ingeniería, y se revisó el estado actual de la investigación en ingeniería a nivel nacional y en el programa de ingeniería civil de la Universidad de Santander UDES. La hipótesis es que las tres estrategias planteadas aumentarían el interés de los estudiantes en investigar, particularmente en seleccionar como modalidad de trabajo de grado, proyectos de grado en investigación.

La asignatura electiva “Smart materials” ofertada en la malla curricular del programa de Ingeniería Civil en la Universidad de Santander – UDES está aplicando las tres estrategias propuestas desde el primer semestre académico de 2016. De acuerdo a los datos de la evaluación docente realizada, la asignatura tuvo una gran acogida y fue tomada por estudiantes de segundo a noveno semestre.

A partir del segundo semestre de 2016, estas estrategias serán implementadas en las asignaturas Estática y Resistencia de materiales, las cuales de acuerdo a la malla curricular del programa de Ingeniería Civil en la Universidad de Santander – UDES son dictadas en el tercer y cuarto semestre respectivamente.

El cuarto paso, será cuantificar el número de trabajos de grado modalidad práctica empresarial y proyectos de grado en investigación, para determinar si las estrategias propuestas aumentan el porcentaje de proyectos con respecto a los años anteriores.

## Agradecimientos

A los estudiantes del programa de ingeniería civil de la Universidad de Santander – UDES. Son la motivación del trabajo.

## Bibliografía

1. Medina, Jhon. (2011). Los 12 principios del cerebro. Grupo Editorial Norma, Bogotá., pp. 307.
2. COLCIENCIAS (2016). El estado de la ciencia en Colombia. Consultado el 21 de junio de 2016 en <http://www.colciencias.gov.co/ebook/master/sources/projet/Colciencias-.pdf>
3. Scimago Journal & Country Rank. Artículos publicados por Colombia en el periodo 1996-2015. Consultado el 21 de junio de 2016 en <http://www.scimagojr.com/>
4. Kapranos, P. (2013). Teaching and learning in engineering education – Are we moving with the times?. Procedia Social and Behavioral Sciences, Vol. 102, pp. 3-10.
5. Subahan Mohd Meerah, T. (2013). Analysis of a faculty of engineering concern on teaching and learning. Procedia Social and Behavioral Sciences, Vol. 102, pp. 158-163.

## Sobre los autores

- **Paolo Andrea Moreno Yáñez:** Ingeniería Química y Doctora en Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander. Profesora titular del programa de ingeniería civil de la Universidad de Santander UDES.
- **Nicolás Moreno Yáñez:** Ingeniero civil y estudiante de maestría estructural de la Universidad Industrial de Santander. Profesor auxiliar del programa de ingeniería civil de la Universidad de Santander UDES.



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

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)