



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



TORNEOS DE ROBÓTICA: UNA HERRAMIENTA DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA EFECTIVA PARA LA GENERACIÓN POSMILENIAL

Francisco Calderón, Johana Flórez

**Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá, Colombia**

Resumen

Si bien no existe un común acuerdo que brinde fechas exactas en las cuales dar inicio a un salto de generación, y este análisis generacional no puede ser generalizado a un 100% de la población, si es usado y referenciado por una gran cantidad de autores para brindar grandes medias de comportamiento de un amplio grupo de personas de acuerdo con sus edades, y brinda una herramienta para modelar las estrategias de aprendizaje y enseñanza. En este trabajo damos una muestra de un proceso de enseñanza en tópicos de control electrónico, robótica, automatización, procesamiento de señales, visión por computador y mecánica básica; aplicados a un reto propuesto anualmente por una empresa privada que promociona un evento global en el cual participan miles de estudiantes incluidos estudiantes universitarios de facultades de ingeniería.

En nuestro estudio la vinculación al grupo de robótica se realizó de manera voluntaria, entre estudiantes de primero a último semestre de ingeniería electrónica y de sistemas. La aplicación de los conocimientos adquiridos durante la carrera es soportada por los profesores de los departamentos a partir de dudas que los mismos estudiantes realizan en sus clases afines al problema específico que están intentando resolver, la asignación de las tareas y problemas entre los miembros de los equipos, y la complejidad de estos es seleccionada por los mismos estudiantes acorde con la variedad de asignaturas cursadas, y a los intereses personales de cada miembro.

Se evalúan métricas de desempeño de estos estudiantes en sus materias, comparándolos con otros que no hacen parte de los grupos de robótica.

Finalmente damos testimonio de cómo el contacto con otros grupos de diferentes países y los viajes de los estudiantes y su interacción con otras culturas permiten el desarrollo de habilidades de comunicación, manejo de otro idioma, y relaciones interpersonales.

Palabras clave: robótica; generación Z; metacognición

Abstract

Although there is no common agreement that provides exact dates in which to start a generation gap, and this generational analysis cannot be generalized to 100% of the population, the generational behavior analysis is used and referenced by many authors to provide a method to model the conduct of a large group of people according to their ages and provides a tool to model learning and teaching strategies. In this paper, we give a sample of a teaching process in topics of electronic control, robotics, automation, signal processing, computer vision and basic mechanics; applied to a challenge proposed annually by a private company that promotes a global event in which thousands of students including university students of engineering faculties participate.

In our study, the entailment of the students to the robotics group was carried out voluntarily, this study involves students from first to last semester of electronics and systems engineering. The application of the knowledge acquired during the course is supported by the professors of the departments based on doubts that the students themselves make in their classes related to the specific problem they are trying to solve. The assignment of the task and problems among the members of the teams, and their complexity are selected by the students themselves according to the variety of subjects studied, and the personal interests.

Performance metrics of these students are evaluated in their subjects, comparing them with others that are not part of the robotics groups.

Finally, we give testimony of how the contact with other groups of different countries and the trips of the students and their interaction with other cultures allow the development of communication skills, handling of another language, and interpersonal relationships.

Keywords: robotics; post-millennials; metacognition

1. Introducción al problema y estudios preliminares

Una de las definiciones del término generación dado por la real academia española y al cual se hace referencia en el presente documento, es: "Conjunto de personas que, habiendo nacido en fechas próximas y recibido educación e influjos culturales y sociales semejantes, adoptan una actitud en cierto modo común en el ámbito del pensamiento o de la creación (RAE, 2018)." Este concepto de generación a dado paso a realizar estudios y extraer características propias de las más recientes generaciones, para con ello ajustar y garantizar que las comunidades puedan enfrentar los retos que se atribuyen a cada generación.

Entre las generaciones que actualmente hacen parte de nuestra sociedad se encuentran los *baby boomers*, asociados a la época después de la segunda guerra mundial (1939-1945) que se encuentran en el intervalo de años de 1943 y 1965, denominados de esta forma por ser el

resultado del fenómeno de aumento de natalidad después de la guerra, esta generación presenta características como disciplina, espíritu competitivo, habilidad para trabajar en grupos, con enfoque mental y nivel de compromiso, para ellos el trabajo duro y el sacrificio son el precio del éxito (Barreiro & Bozutti, 2017).

Las personas nacidas tras la generación de los *baby boomers* son referidas a la generación X, aunque no se tiene un rango exacto de este conjunto, son aquellas que están entre los años sesenta y pueden llegar hasta los años ochenta (1963 ó 1968 – 1979 ó 1982), también se les denomina los *baby bust* debido al decrecimiento de la natalidad en contraste con su generación predecesora, este conjunto de personas se caracteriza por ser independientes dispuestas a trabajar en equipo, autónomas y autosuficientes (Tolbize, 2008). Se dan a conocer por sus mayores aspiraciones en contraste a las generaciones previas y a la búsqueda del balance entre el trabajo y el ocio, lo que es interpretado por esta generación, como el tiempo necesario para disfrutar de actividades con otras personas y consigo mismos (p. ej. actividades al aire libre, deportes).

La generación siguiente es conocida como la generación del milenio o generación Y, ésta al igual que su predecesora no tiene un rango fijo o plenamente definido, se relaciona con los años noventa, se pueden incluir individuos nacidos entre 1978 hasta 2002, esta generación fue marcada por los cambios dramáticos de la tecnología, en contraste con las generaciones anteriores, los individuos del milenio están más cómodos con la tecnología. Comparten varias características con la generación X como la independencia, el trabajo en equipo, las acciones colectivas y el deseo de una vida más balanceada. Además, entre otras características que describen esta generación están el apoyo a la diversidad, ser optimistas, realizar múltiples tareas en simultáneo y ser adaptables a los cambios. Esta generación es la más educada y la más confiable, al asignar una tarea específica. (Tolbize, 2008)

Para finalizar, se menciona la generación actual y a la cual hace referencia este documento, denominada como generación Z, generación posmilenial o centennial, o igen aunque todavía no hay un acuerdo del rango de esta generación, algunos autores proponen el origen a mediados de las noventa o a principios del siglo XXI, este conjunto de personas nació en el auge de la tecnología e internet y suelen ser asociadas a aquellas personas menos sociables, inclinadas al mundo virtual en donde expresan sus opiniones. Esta generación es multifuncional y gozan de menos concentración en contraste con la generación previa, se adaptan fácilmente a la tecnología y a sus cambios. Además, se han acostumbrado a resultados inmediatos, lo que hace que sean personas impacientes. (Cruz, 2016)

Un estudio por parte de Barnes & Noble College con estudiantes de educación secundaria ha determinado que los estudiantes de la generación Z, sin importar el trabajo en grupo o de manera individual, prefieren aprender haciendo. En este estudio, más de la mitad de las personas dicen que aprenden mejor siendo prácticos, mientras que el 38% dice que prefieren aprender visualmente y solo el 12% prefiere aprender escuchando, es decir bajo la tutoría de un docente en un aula de clase. De la misma forma, indican que el debate es una importante herramienta de aprendizaje que debe ser empleada en las aulas de clase y prefieren adquirir conceptos a través del planteamiento de problemas. Además, consideran que los métodos que emplean los profesores para enseñar podrían ser más dinámicos e interactivos, entre las principales propuestas que se

recibieron fue el incremento del uso de la tecnología, el manejo de más elementos o procesos prácticos y brindar mayor atención al estudiante de manera individual. (Malat, Vostok, & Eveland, 2015)

La generación Z ya hace parte de las aulas de estudio de las universidades, educación que consideran como recurso valioso, y presenta fortalezas para la vida universitaria, entre ellas están ser propensos a la creatividad y a la innovación, ser diversos entre sus actividades, y ser capaces de aprender a lo largo de sus vidas, sin embargo, también se presentan algunas debilidades que pueden verse reflejadas en sus vidas laborales como falta de rigurosidad en la evaluación propia, mantener una actitud positiva y cuidar de sí mismos (Half, 2016).

Debido al auge tecnológico y a las necesidades para el aprendizaje de esta generación, que han sido mencionados previamente, se ha creado y adaptado la cultura de investigación, desarrollo e innovación i+D+i como herramienta en la educación (Vidal, Martinez, & Alfaro, 2017), entre estas herramientas se encuentra la robótica por su amplio rango de intervención en diferentes áreas como la física, la mecánica, la matemática y la programación, entre otras (Bravo & Gonzalez, Alejandra Guerrero, 2017) (García, 2015). Además, de ser empleada en la ejecución de proyectos para el fortalecimiento de otras aptitudes, como el desarrollo de solución de problemas de manera metódica y estructurada, el trabajo en equipo y el aumento de las destrezas en el manejo de la tecnología de la información (Hurtado & Bravo, 2017) (Guapacho, Vargas, & Isaza, 2017)

Este trabajo presenta un caso de estudio con estudiantes de la facultad de ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá, que hacen parte de un semillero de investigación en robótica, los estudiantes miembros de este grupo son una muestra de la generación Z y se han vinculado a este proceso metacognitivo de manera libre. A continuación, se presenta una explicación detallada de los torneos de robótica, en el que el semillero participa anualmente, posteriormente las temáticas relacionadas con el reto del concurso, los resultados de aplicar la estrategia de enseñanza práctica y las conclusiones obtenidas con el presente estudio.

2. Torneos de robótica

En este documento se hacen referencia a competencias de robótica en general ya que todas guardan bastantes similitudes en su implementación y desarrollo. Sin embargo, en nuestro caso particular, se trata el caso de estudio de las competencias propuestas por la compañía privada VEX Robotics, y la participación anual de nuestros estudiantes. Estas competencias están diseñadas para incentivar y ser aplicables a la educación de STEM o *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Vex Robotics, 2018), en ellas se asignan equipos de estudiantes para el diseño y construcción de un robot, con el objetivo de contender contra otros equipos en un desafío de ingeniería basado en juegos de competencia.

En este tipo de competencias, los conceptos STEM que los estudiantes aprenden en sus asignaturas, son puestos en práctica, de una manera competitiva, incentivando otras habilidades como trabajo en equipo, liderazgo y comunicaciones. Los torneos en Colombia y el mundo se llevan a cabo

durante todo el año a nivel nacional y culminan en el campeonato mundial VEX Robotics en el mes de abril.

En el torneo, las competencias se juegan en un campo configurado como se ilustra en la figura 1. Dos equipos, que en competencia se denominan "alianzas": una "roja" y una "azul", compiten en cada partido.

El propósito del reto es obtener una puntuación más alta que la alianza opuesta. El juego consiste en recolectar y apilar los conos amarillos sobre las bases en forma de cono (mogo) del color propio, los conos pueden ser recolectados en la pista o pueden ser entregados a la plataforma por parte de uno de los integrantes de la alianza, en la zona de intercambio (sobre el marco limitador, en la imagen esta zona cuenta con un cono amarillo). Luego, el conjunto de conos y mogo debe ser llevado y depositado en las zonas objetivo del color de la alianza, las cuales se localizan en las esquinas del terreno (esquinas derecha e izquierda en la figura), en esta zona se tienen tres regiones que aumentan la puntuación según la dificultad de acceso de la plataforma móvil, por presentar obstáculos en su desplazamiento. Por otra parte, se otorgan puntos adicionales a los robots que finalicen estacionados en los cuadrados en pista del color propio.

Cada partida consta de dos partes, la primera parte tiene una duración de 40 segundos, durante este tiempo el robot móvil opera de manera autónoma, se espera que la plataforma sea capaz de desplazarse por la pista para recoger un mogo, recolectar conos amarillos sobre el mogo en la plataforma y llevar este conjunto por la pista hasta depositarlo en la zona objetivo. La alianza que logre mayor puntaje en esta fase de partida adquiere puntos de ventaja, por lo que es importante la implementación de un sistema confiable. La segunda parte tiene una duración de 1:20 y es el momento en el que el robot es tele-operado con el objetivo de obtener el mayor marcador posible por uno o dos miembros de la alianza, según los parámetros de diseño empleados en la construcción de la plataforma, es decir, todo el sistema en un solo control de operación o la división en dos sistemas (p.ej. desplazamiento y recolección), esta última opción requiere de una alta sincronía entre operadores. Las partidas son vigiladas y arbitradas por un conjunto de jueces como es usual en los deportes, y son ellos los que al final determinan las puntuaciones.

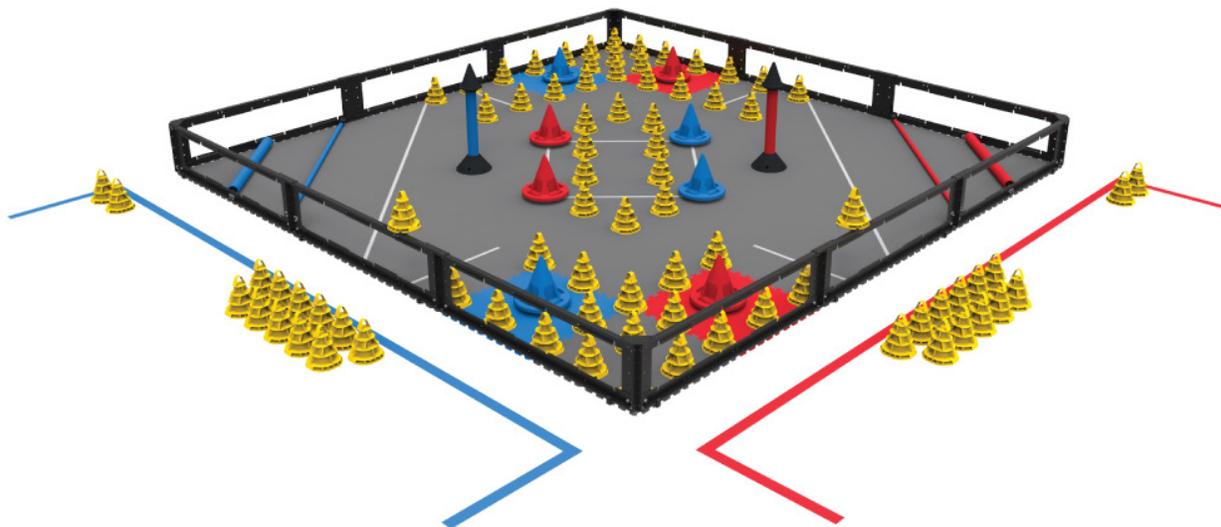


Figura 1. Diseño de la pista para el reto 2017-2018 de Vex Robotics¹

3. Distribución de temas

Dada la descripción del reto es fácil ver el por qué nuestra afirmación sobre la aplicabilidad de STEM en el reto no es una exageración, en los robots son aplicables varias técnicas que son de común uso a muchas ramas de la ingeniería, en este año en particular abordamos 4 ramas específicas:

1. Navegación, mapeo y localización simultánea.
2. Visión por computador.
3. Programación y diseño de estrategias.
4. Diseño mecánico, y ensamblaje.

De manera interna en la universidad se desarrollan 3 equipos o alianzas de participación, que compiten entre si para entrenar y diseñar, sin implicar esto que exista una competencia interna, se les motiva a que la vinculación a los grupos no sea fija, sino que diferentes miembros puedan rotarse y compartir diseños entre si, con el objetivo de crear un grupo de participación interno fuerte y mejorar las relaciones personales dentro del equipo en general. Sin embargo, en estos 3 grupos hay miembros que pertenecen a cada una de las 4 ramas de desarrollo específico.

De acuerdo con nuestro programa académico, y del semestre en el que se encuentra cada estudiante, al momento de la vinculación al grupo, se hace una recomendación de la distribución de las responsabilidades en cada una de las 4 ramas que debe llevar a cabo cada miembro. En nuestro caso, para miembros de semestres inferiores a quinto se les recomienda trabajar en las ramas 3 y 4, y para semestres superiores a quinto en las 1 y 2.

¹ Imagen tomada de https://www.vexrobotics.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/v/r/vrcrender2_1.png

En un inicio, cada uno de los 3 grupos internos llega a una solución de diseño, entre ellas se procede a competir, para luego entre todos los grupos analizar que salió bien y que salió mal en cada una de las 4 ramas de desarrollo, para realizar la respectiva corrección, en esta etapa que hemos refinado luego de 4 participaciones en torneos internacionales nos hemos dado cuenta que lo más importante es eliminar rápidamente los diseños mecánicos que presentan algún tipo de inconveniente, de esta manera todos los grupos convergen a un solo diseño mecánico para competencias. Esto nos facilita enormemente como grupo la reutilización de código y estandarización de procesos.

Para las ramas 1 y 2 se trabajan en conjunto con otras asignaturas, para Navegación, mapeo y localización simultanea se trabajan desde las áreas de robótica, para Visión por computador, se trabaja en la asignatura del mismo nombre, una gran mayoría de las asignaturas en ingeniería electrónica en la Universidad Javeriana tienen como parte importante de su calificación un proyecto final, este proyecto se plantea desde inicio de semestre y se construye conforme avanza la asignatura, a pesar de que los proyectos pueden ser propuestos por los profesores, en casos específicos como este, el proyecto es propuesto por los mismos estudiantes y es completado en el transcurso del semestre previo a la participación en el mundial, que suele ser a finales del mes de abril.

4. Resultados

A manera de comparación, y como resultado cuantificado de nuestra participación en los concursos de robótica a corto plazo, damos un cuadro comparativo en la figura 2 de las notas obtenidas por los estudiantes que hacen y no hacen parte del grupo de robótica VEX. Obtenidas en las materias de: señales en tiempo discreto, señales en tiempo continuo, señales y sistemas y circuitos en frecuencia.

En la figura 2 puede verse como el promedio gráficamente dado por la línea roja, se encuentra ligeramente por encima del desempeño de los estudiantes del semillero de robótica, y ninguno de ellos vio afectado negativamente su rendimiento al pertenecer al grupo. En la universidad las notas pueden ir de 0.0 a 5.0 donde 5.0 es considerada la máxima calificación, y se considera reprobatoria una nota inferior a 3.0.

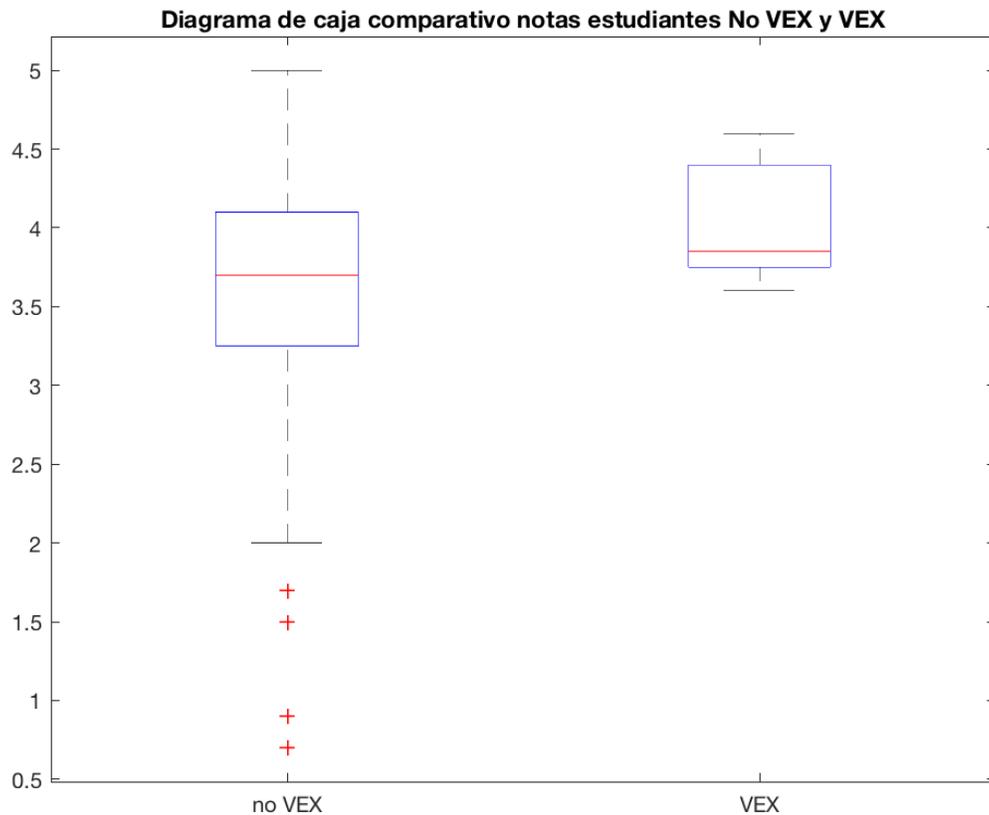


Figura 2. Diagrama de caja de notas obtenidas por estudiantes que no pertenecen al grupo y por aquellos que sí.

5. Conclusiones

Si bien solamente las notas no son suficientes para hacer una conclusión fuerte con respecto a cómo, el pertenecer o no a un grupo de robótica mejora al desempeño de un estudiante, si sirve como un punto de inicio para entrar en debate si la metodología de trabajo en grupo propuesta para orientar la participación en un torneo internacional de robótica, es una manera adecuada de llegar a jóvenes que se encuentran en el intervalo de edad catalogado como posmilenial.

6. Referencias

Libros

- Cruz, M. (2016). Generation Z: influencers of decision-making process The influence of WOM and Peer Interaction in, (March).

Artículos de revista

- Barreiro, S. C., & Bozutti, D. F. (2017). Challenges and Difficulties to Teaching Engineering to Generation Z: a case research. *Propósitos Y Representaciones*, 5(2), 127–153. <https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n2.163>
- García, J. M. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46). <https://doi.org/10.6018/red/46/8>
- Guapacho, J., Vargas, J., & Isaza, L. (2017). Robótica móvil: una estrategia innovadora en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 52, 100–118.
- Tolbize, A. (2008). Generational differences in the workplace. *Research and Training Center on Community Living*, 4(3), 1–8. [https://doi.org/Retrieved from http://search.proquest.com.library.capella.edu/docview/195561673?accountid=27965](https://doi.org/Retrieved%20from%20http://search.proquest.com.library.capella.edu/docview/195561673?accountid=27965)
- Vidal, J. V., Martínez, P. C., & Alfaro, J. A. (2017). Experiences of teaching innovation for the consolidation of a R&D&I culture. *WPOM-Working Papers on Operations Management*, 8, 125. <https://doi.org/10.4995/wpom.v8i0.7191>

Memorias de congresos

- Bravo, A., & Gonzalez, Alejandra Guerrero, E. (2017). DESAFÍOS Y TENDENCIAS DE LA PROGRAMACIÓN DE ROBOTS EN EL CONTEXTO EDUCATIVO. In *Encuentro Internacional de Educacion de Ingenieria ACOFI* (pp. 1–10).
- Hurtado, J., & Bravo, A. (2017). SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN ALIANZA CON ASIGNATURAS BASADAS EN PROYECTOS QUE PROMUEVEN EL APRENDIZAJE Y EL TRABAJO INTERDISCIPLINAR. In *Encuentro Internacional de Educacion de Ingenieria ACOFI* (pp. 1–9).

Fuentes Electrónicas

- Half, R. (2016). How Businesses Can Prepare for an Increasingly Diverse Multigenerational Workforce.
- Malat, L., Vostok, T., & Eveland, A. (2015). Getting to Know Gen Z. *Barnes&Noble College*, 2–8.
- RAE. (2018). generación. Retrieved June 21, 2018, from <http://dle.rae.es/?id=J3hJP2w>
- Vex Robotics. (2018). Competition brings STEM skills to life. Retrieved June 21, 2018, from <https://www.vexrobotics.com/competition>

Sobre los Autores

- **Francisco Calderón:** Ingeniero Electrónico, Magister en Ingeniería Electrónica, Doctor en Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesor Asistente del Departamento de Ingeniería de Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana. calderonf@javeriana.edu.co

- **Johana Flórez:** Ingeniera Electrónica, Magistra en Ingeniería Electrónica, Candidata a Doctora en Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesora de Cátedra de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana johana.florez@javeriana.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)