



Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global*

CLUB DE ROBÓTICA: JUGANDO CON ROBOTS

Carlos Alberto Cortés Aguirre, Rubén Darío Flórez Hurtado

Universidad Autónoma de Manizales
Manizales, Colombia

Resumen

Hay una tendencia a nivel mundial, y Colombia no es la excepción, que los jóvenes no se sienten atraídos por estudiar ciencias básicas e ingeniería. En Colombia, en la última década, la matrícula en programas de ingeniería no ha crecido al mismo ritmo que la matrícula total de pregrado, con un ingrediente extra: en el primer año de vida universitaria en ingeniería es donde se presentan los mayores índices de deserción, bien sea por una errónea vocación profesional, por no adaptarse completamente a la vida universitaria o en algunos casos desmotivación, ya que sienten que sus primeros semestres de formación han estado saturados de teoría y de poco o nulo contacto con aplicaciones directas y tangibles que les permita hacer, observar e interactuar, desde su disciplina, con el entorno.

Se presenta entonces, desde la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Manizales **UAM**, la propuesta **CLUB DE ROBÓTICA: JUGANDO CON ROBOTS** donde se pretende usar la lúdica para propiciar, mediante la programación y construcción de robots, el aprendizaje cognitivo en los estudiantes de primer semestre de Ingeniería, generalmente de Ingeniería Biomédica e Ingeniería Electrónica. Al utilizar el juego como estrategia de aprendizaje se estimula el desarrollo de la creatividad, el pensamiento lógico, la integración de diversos aprendizajes, la responsabilidad, el trabajo en equipo, las competencias comunicativas, todo integrado en un entorno que propicia la interacción y por supuesto la socialización entre los alumnos.

La estrategia en su cuarta versión la conforman 12 sesiones de carácter práctico de 2 horas semanales, se apoya en sus notas de clase de alto contenido visual, que incluyen los tópicos técnicos del tema a tratar en cada sesión y brindan una aproximación al concepto de Ingeniería, al papel del ingeniero en la sociedad y al quehacer de los grupos de investigación y otras dependencias con las cuales los estudiantes interactuarán a lo largo de su vida Universitaria.

Palabras clave: robótica; ingeniería; educación

Abstract

Currently, there is a worldwide trend for youth to stay away from studying basic science and engineering, and Colombia is no exception. In the last decade, enrollment in engineering programs in Colombia has not grown at the same level of other undergraduate programs. Additionally, engineering freshmen are among the most likely to abandon their programs, be it because of ill-advised career choices, because of failure to adapt to undergraduate study or because of low motivation. This last issue is actually widespread and in many cases the students blame it on the disconnect of theory-saturated syllabi devoid of practical or direct application; some students feel immersed in an environment that feels foreign, while they would rather prefer to be able to interact with their surroundings from the vantage point of their discipline.

To address this issue, the School of Engineering of the Autonomous University of Manizales (UAM) has sponsored a robotics club in which ludic pleasure is used to entice the students into robot construction and programming, fostering creativity, logical reasoning, team work and responsibility, communication skills and integration of multidisciplinary.

The club, now in its fourth offering, meets in twelve two-hour weekly practical sessions. Class notes with substantial graphical content are provided, and include both the technical aspects to be dealt with in each session, and the connections with engineering as a whole and the role of engineering in society. Where pertinent, developments in different departments of the university are brought into light, which also helps the students connect with all of the University.

Keywords: *robotics; engineering; education*

1. Introducción

Actualmente hay déficit de Ingenieros no solo en Colombia sino en el mundo entero. Aun así, el estado, los empresarios, las Universidades y la sociedad en general no se han dado cuenta de las implicaciones que ésta situación plantea para el desarrollo del país, ya que sin ingenieros es difícil competir en un mundo cada vez más globalizado, pues son ellos los encargados de aportar innovación a la industria (Ulloa, 2008). Para la UNESCO, la escasez de ingenieros supone un peligro para el desarrollo de la humanidad: “*El mundo necesita más que nunca las soluciones que aporta la ingeniería para hacer frente a desafíos importantes que van desde la reducción de la pobreza hasta la atenuación del cambio climático. Sin embargo, en muchos países se está registrando una disminución del número de jóvenes – y sobre todo mujeres – que estudian ingeniería. La recesión, la peor desde la década de 1930, pone en peligro las capacidades en materia de ingeniería para el futuro, especialmente en los países en desarrollo donde la fuga de cerebros constituye un problema suplementario*” (UNESCO 2010). La preocupación por el desinterés de los jóvenes en carreras científicas y técnicas ha llevado a que en la XVIII cumbre iberoamericana de presidentes llevada a cabo en San Salvador en 2008, se declarara la necesidad perentoria de *...impulsar programas que promuevan la ciencia y la tecnología de cara a propiciar el estímulo de vocaciones tempranas de las y los jóvenes hacia la ciencia con miras a garantizar la formación y transición de nuevas generaciones de investigadores, innovadores y científicos en nuestros países americanos*, se hace explícita la necesidad de aumentar el porcentaje de jóvenes que eligen una formación científica o técnica al finalizar sus estudios de bachillerato y estipula como meta que ésta proporción de estudiantes debería aumentar un 10% para el 2015 y duplicarse para el 2021 (Polino, 2012).

Para lograrlo se han planteado diferentes estrategias a nivel internacional, nacional y local. En Estados Unidos, por ejemplo, en el informe divulgado en 2008 por la Académica Nacional de Ingeniería, NAE por sus siglas en inglés, “*Changing the Conversation*” se propone que los mensajes que deben ser comunicados a los jóvenes para despertar su interés por estudiar ingeniería no deben resaltar el desafío que representa el aprendizaje de las matemáticas sino otros argumentos que enfatizan en que: los ingenieros marcan la diferencia en el mundo, que son creativos a la hora de resolver problemas, que ayudan a diseñar el futuro y por último que su trabajo es esencial para la salud, la felicidad y la seguridad de las personas (NAE, 2008).

Es de resaltar en Colombia estrategias que pretenden motivar por la ciencia desde la niñez como el programa ondas de Colciencias, Pequeños Científicos de la Universidad de los Andes, de los cuales la UAM hace eco en Caldas, el proyecto BUPPE 2008 de la Universidad de Antioquía que pretende sensibilizar a los estudiantes de los grados 11 de algunos colegios de Antioquía de lo que es la ingeniería a través de actividades lúdicas y el programa talento digital del Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –MINTIC- que pretende *formar capital humano especializado en el uso de Tecnologías de la Información y en consecuencia el desarrollo de la competitividad, la investigación, la innovación y la proyección internacional de un sector con grandes potencialidades y expectativas de crecimiento y desarrollo local, nacional e internacional* (MINTIC, 2012).

2. Propuesta Club de Robótica: Jugando con Robots

Desde la Universidad Autónoma de Manizales UAM, se han realizado varias propuestas que responden a la problemática planteada. Es así como a la fecha se cuenta con participación en los programas Pequeños Científicos y Ondas, y a nivel de la Facultad de Ingeniería con acciones como el Curso Ingenio UAM ofrecido semestralmente a estudiantes de los grados 11 de los colegios públicos y privados de la ciudad que pretende acercarlos al concepto de Ingeniería y lo que significa el Ingeniero dentro de la sociedad, la toma de colegios, el curso de verano de Robótica para Niños entre 6 y 12 años, y la estrategia Club de Robótica: Jugando con Robots que a continuación se describe.

2.1. Presentación

Al Club se llega voluntariamente, se realizan sesiones semanales de 2 horas cada una, donde después de una corta exposición técnica de los temas a tratar se procede a realizar un laboratorio práctico. Cada sesión se apoya en su nota de clase, que diseñada a manera de folleto de 4 páginas incluye en la primera, figura 1, un identificador y fecha, además de información institucional para que el estudiante, generalmente de primer semestre, conozca la Universidad, su historia y otras dependencias y grupos de investigación con los que tendrá contacto a lo largo de su vida académica. Al final información relacionada con el concepto de ingeniería, la historia de la ingeniería y el importante papel que desempeña el ingeniero en la sociedad

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

Sesión 2
 Fecha:

CLUB DE ROBÓTICA

CONTENIDO:

<i>Historia UAM</i>	1
<i>Sesiones de trabajo</i>	1
<i>El Uad</i>	2
<i>El Transistor</i>	2
<i>El Multímetro</i>	4
<i>Conceptos de Ingeniería</i>	4

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA HISTORIA

La Universidad Autónoma de Manizales es una entidad de derecho privado, sin ánimo de lucro, de carácter universitario, sometida a la Constitución y las leyes de Colombia, con personería jurídica concedida por el Ministerio de Educación mediante resolución número 1549 del 25 de febrero de 1981 y reconocida como Universidad mediante la resolución 03276 del 25 de junio de 1993. Fue fundada el 20 de agosto de 1979 por un grupo de ciudadanos que compartían la idea de crear una nueva universidad, no sólo en el tiempo, sino también en su filosofía, en su concepción de la enseñanza, sus métodos y aspiraciones.

La idea surgió del padre Leopoldo Peláez Arbeláez, quien en mayo de 1978 entusiasmó a una serie de ciudadanos progresistas que determinaron trabajar en este ambicioso proyecto impulsados por el anhelo de recobrar el gran relevamiento a Manizales por generaciones anteriores, al destacarse siempre como eminente centro cultural y educativo.

Esta Universidad nació del espíritu emprendedor de un núcleo de ejecutivos Manizaleños, del trabajo excelente de un educador con amplios conocimientos universitarios, el Padre Alfonso Borrero S.J., del apoyo financiero de la Fundación para la Educación Superior -FES-, del esfuerzo constante de la Fundación para el Desarrollo de Caldas - FUNDECA y de la bondad y contribución a través de donaciones de la población Manizaleña, que reconoce a esta Institución como parte del patrimonio ciudadano.

Fotos Tomadas de: Diario La Patria. & Archivo UAM



CONCEPTOS DE INGENIERÍA*

"El ingeniero debe ser un hombre de letras para mantener registro de precedentes útiles (...), un dibujante habilidoso quien puede representar los efectos deseados con dibujos a color (...), un matemático que pueda utilizar la regla y el compás, puede distribuir trabajos, utilizar la óptica para considerar el efecto de la luz y utiliza la aritmética para adicionar costos (...), un historiador para narrar eventos pasados; un diligente estudiante de la filosofía para que sea de mente

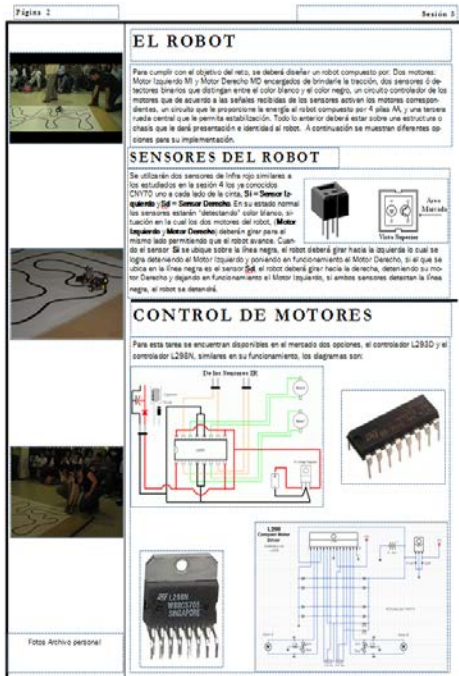
abierta, sin arrogancia, imparcial, sin avaricia (...). Además debe entender los principios de la naturaleza y del flujo del agua, sin ignorar la medicina para trabajos de suministro de agua y drenajes (...). Aprender de leyes para contratos, especificaciones y pleitos (...), y finalmente estar familiarizado con cálculos de astronomía". Vitruvius (Ingeniero Militar durante el Imperio de Julio Cesar en el siglo I A.C.) y contenida en su libro "De Architectura".

"La ingeniería es el arte de dirigir las grandes fuentes de energía de la naturaleza para el uso y convivencia del hombre" Thomas Tredgold (1828).

"La ingeniería es la aplicación práctica, segura y económica de las leyes científicas que gobiernan las fuerzas y los materiales de la naturaleza por medio de la organización, diseño y construcción, para beneficio general de la humanidad. S. E. Lindsay (1920).

*Documento Maestro Ingeniería Biomédica 2010.

Figura 1: Ejemplo Portada Notas de Clase



En las páginas centrales, de las notas de clase, figura 2, está de manera resumida y con alto contenido visual, la información técnica del tema a tratar, acompañada de frases motivacionales relacionadas con ingeniería o imágenes de apoyo al tópico de la clase

Figura 2. Ejemplo Páginas Centrales de las Notas de Clase

En la 4 y última página de las notas de clase, se incluye la reseña de un equipo de laboratorio o de un programa de Software libre o debidamente licenciado, que le será útil al estudiante si desea ir completando su laboratorio personal, se incluye además información particular sobre los programas de ingeniería de la facultad, una frase de la semana de carácter motivacional y la información de contacto para la solución de dudas.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

Facultad de Ingeniería
Ingeniería Biomédica
Ingeniería Electrónica
Depto. Electrónica & Automatización

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

Carlos Alberto Cortés A
carcor1@auto.noma.edu.co
8727185

Frase de la semana:
"Ten el coraje para hacer todo lo que te dicen tu corazón y tu intuición"

Steve Jobs

**O
S
C
I
L
O
S
C
O
P
I
O**

Dispositivo para la visualización gráfica de señales eléctricas variables en el tiempo.

INGENIERÍA BIOMÉDICA
REGISTRO SNIES 20040
REGISTRO CALIFICADO POR 7 AÑOS SEGUN
RESOLUCION 10886 DEL 10 DE DICIEMBRE DE 2010

Algo de Historia
Los orígenes de la Biomedicina se pierden en el pasado prehistórico de la humanidad, en el año 2000, arqueólogos alemanes descubren en Tebas una momia de más de 3000 años de antigüedad, la cual tenía una "prótesis" de madera en un pie y que hacía las veces de su dedo grande, ésta ha resultado ser la prótesis para extremidades más vieja hasta ahora conocida; igualmente se ha podido establecer que los egipcios usaron cañas de bambú para realizar prótesis pericardio a la entonación y que en medio desentendían con la anatomía humana. Transcurre el año de 1816 cuando su padre, el médico francés René Laënnec posar su oreja en el pecho desnudo de una joven paciente, y es así como validándose de un periódico enrollado para escuchar a través de él, sienta las bases para la invención de lo que actualmente es el estetoscopio. En las postimerías del siglo XIX (noviembre 8 de 1895), el físico alemán Wilhelm Konran Röntgen descubrió de manera accidental los rayos X mientras estudiaba los rayos catódicos en un tubo de descarga gaseosa de alto voltaje. A pesar de que el tubo estaba dentro de una caja de cartón negro, Röntgen vio que una pantalla de platino cianuro de bario, que casualmente estaba cerca, emitía luz fluorescente. Como la fluorescencia se debía a una radiación invisible más penetrante que la radiación ultravioleta, Röntgen llamó a los rayos invisibles "rayos X" el quiso comprobar si éstos rayos podían atravesar cuerpos opacos e intentó interponer un disco de plomo entre el tubo y la pantalla fluorescente, ésta apareció una imagen de los huesos de su mano, sorpresivamente solicitó a su esposa que pusiera la mano, de cuyos huesos y un anillo que llevaba en su dedo anular obtuvo dos fotografías que serían así las primeras radiografías, su impresionante descubrimiento le valió el premio Nobel de física en 1901 e impulsó la investigación en las propiedades de los rayos X, su penetración y destrucción de tejidos, líneas de investigación que finalmente produjo toda la serie de tecnologías modernas en imágenes médicas y que virtualmente eliminó la necesidad de la cirugía exploratoria. Entre la Primera y Segunda Guerra Mundial varios laboratorios se interesan por la investigación en biología e ingeniería biomédica. En 1922 el alemán Friedrich Dessauer fundó en Francia el Osvald Institute para la Física en la Medicina, fue pionero en la investigación de la radiación y precursor del Max Planck Institute Biophysik (Instituto de Fisiología Celular), su experiencia permitió que en 1940 la Universidad de Frankfurt y el Osvald Institute ofrecieran un programa de Ph.D en biofísica. Los tópicos de las investigaciones incluían los efectos de los Rayos X en los tejidos y las propiedades eléctricas de éstos, se inició con 20 universitarios incluyendo investigadores, auxiliares y técnicos.

Tomado de Documento Maestro Ingeniería Biomédica, Abril de 2010.

Figura 3. Ejemplo Página 4 Notas de Clase

Al final del curso se realiza la exposición de los diferentes proyectos elaborados por los estudiantes del Club. También es usual que el curso se realice con el propósito específico de participar en las competencias del concurso EXPOROBÓTICA organizado por la UAM en el primer semestre del año, abierto a la comunidad estudiantil de la ciudad y que incluye la clásica competencia de seguidor de línea en la modalidad principiante, donde compitiendo con estudiantes más adelantados, se clasifican siempre en los primeros lugares.

3. Medición de Impacto

El curso, que completa su cuarta versión, se ha ofertado en el primer semestre de 2011, cohorte I, en el primero y segundo semestre de 2012, cohortes II & III, y en el primer semestre de 2013, cohorte IV. Ha contado con la asistencia voluntaria de 39 estudiantes de primer semestre, 29 de ellos que ya lo cursaron pertenecientes a las cohortes I, II, III y 10 estudiantes que actualmente lo realizan, cohorte IV, pero que no participan de ésta evaluación ya que solo han cursado 5 de las 12 sesiones programadas.

Para medir el impacto de ésta propuesta motivacional a través del juego, se ha aplicado un instrumento de seis preguntas al 80% de los estudiantes de las tres cohortes que ya lo cursaron -23-, buscando establecer el grado de motivación para asistir a las clases, el grado de satisfacción con los contenidos tratados, el grado de pertinencia de los temas con su formación como futuro ingeniero, la contribución en su formación, el grado de influencia de lo visto y aprendido en el curso en la decisión de continuar estudios en la UAM y por último una pregunta abierta relacionada con qué le adicionaría o cambiaría al curso. La escala de evaluación de las primeras cinco preguntas es de 1 a 5, siendo 1 el grado más bajo y 5 el grado más alto.

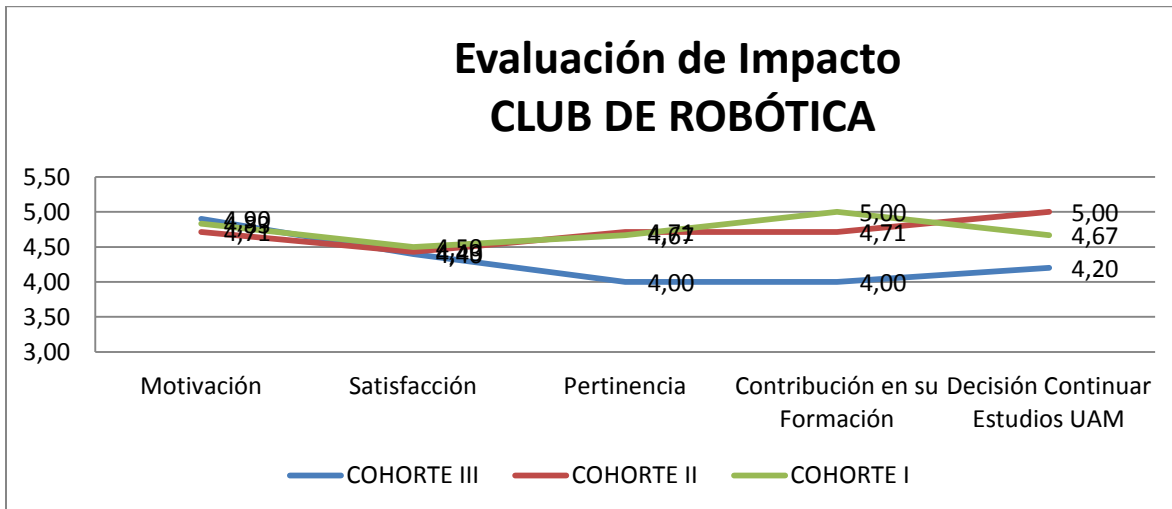


Figura 4. Evaluación de Impacto

De la figura 4 donde se encuentran condensados los resultados del instrumento aplicado, se obtienen las siguientes observaciones: El grado motivacional para asistir al curso es alto, 4,82 en promedio independiente de la cohorte que lo ha cursado, igual sucede con el grado de satisfacción con los conceptos aprendidos en él. Con relación a la pertinencia de los contenidos con su formación como futuro ingeniero es más alta, 4,7 en promedio, para las cohortes I y II y de 4.0 para la tercera cohorte, debido posiblemente a que éstos estudiantes han cursado menos materias relacionadas con su profesión que sus compañeros de

las otras cohortes. Caso similar con la pregunta relacionada con la contribución de las temáticas aprendidas con su formación como ingeniero, valor que va aumentando a medida que más asignaturas de la disciplina cursan, iniciando con un promedio de 4,0 para la cohorte más reciente III, subiendo a 4,7 para la cohorte II y alcanzando su máximo de 5,0 para la cohorte I. También era de interés indagar si el curso como estrategia ha influido en la sostenida disminución de la deserción en el programa de Ingeniería Biomédica presentada en los tres últimos períodos académicos y se concluye que ha servido para afianzar su decisión de continuar sus estudios de ingeniería en la UAM. Por último, en la pregunta abierta hay un consenso en todos los estudiantes por aumentar el número de horas a la semana de las sesiones prácticas al igual que una solicitud unánime de continuar con la propuesta durante más semestres.

4. Conclusiones

La robótica, como conjunto de saberes de varias disciplinas, motiva al estudiante hacia un trabajo colaborativo y favorece en gran medida el trabajo en equipo, casi inexistente en las estrategias de Enseñanza-Aprendizaje, y que ha sido desplazado por el mal entendido trabajo en grupo.

La robótica proporciona nuevas formas de expresarse, nuevas maneras de investigar ideas, nuevas maneras de experimentar. Los robots permiten asumir riesgos de forma segura, de hacer y rehacer, reutilizar y reciclar de maneras inimaginables tan sólo unas décadas atrás.

Con el Club de robótica se logra del estudiante una mejor disposición hacia la investigación y una sólida construcción de su propio conocimiento.

Mientras que la enseñanza de materias del currículo y la evaluación a través de los resultados de exámenes pueden continuar dominando las agendas políticas, la investigación en técnicas de aprendizaje eficaces y una mayor comprensión de las necesidades de los estudiantes del siglo 21, muestran que los individuos se benefician más por la aplicación del conocimiento, como un medio para ampliar su comprensión, que lo que pueden lograr simplemente mediante la adquisición de conocimientos con el fin de aprobar los exámenes.

Si los docentes no se apasionan por la ciencia y las matemáticas no podrán transmitir a sus estudiantes lo fascinante de involucrarse en esa experiencia. No basta con ser curioso, se requiere de un guía que incentive, un ambiente que propicie y gusto por lo que se hace, manteniendo viva la capacidad de asombro.

5. Referencias

- MINTIC. (2012) Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Talento Digital. Consultado el 15 de Abril de 2013 en <http://www.talentodigital.gov.co/index.shtml>
- NAE (2008). National Academic Of Engineering. Changing The Conversation: Messages For Improving Public Understanding Of Engineering, pp. 2 – 15.
- Polino, G. (2012). Las Ciencias en el aula y el interés por las carreras científico – tecnológicas: Un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel secundario en Iberoamérica. Revista Iberoamericana de Educación. No. 58 Enero – Abril 2012, pp.167-191.
- Ulloa, G. (2008). ¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia? Consultado el 03 de mayo de 2013 en

- <http://www.icesi.edu.co/blogs/tecnotips/2008/02/15/%C2%BFque-pasa-con-la-ingenieria-en-colombia/>
- UNESCO (2010). Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. France 2010, pp. 6, 54.

Sobre los autores

- **Carlos Alberto Cortés A:** Ingeniero Electricista, Especialista en Automatización de Procesos, Magíster en Instrumentación Física: Profesor Asociado UAM y coordinador del programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad Autónoma de Manizales. carcort@autonoma.edu.co
- **Rubén Darío Flórez H:** Ingeniero Electricista, Magíster en Instrumentación Física, profesor y coordinador del departamento de Electrónica & Automatización de la Universidad Autónoma de Manizales. rubenfh@gmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)