



DESARROLLO DE HERRAMIENTAS MULTIMEDIA PARA LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN EL ÁREA DE CONTROL AUTOMÁTICO

Julián Mauricio Granados Morales, Maribel Arroyave Giraldo

**Institución Universitaria de Envigado
Envigado, Colombia**

Resumen

Los planes de estudio de los programas de ingeniería en el país contemplan un primer ciclo de Ciencias Básicas (CB) en el que los estudiantes conocen los fundamentos matemáticos, físicos o químicos de su formación. En general, las asignaturas de este ciclo tienen un enfoque riguroso desde el punto de vista científico que responde a los procesos propios de estas áreas pero que no necesariamente están pensados en el contexto cercano de los problemas específicos de la ingeniería. Una de las causas que genera la desarticulación entre los temas del área de CB y los problemas específicos de la ingeniería es el diseño de los planes de estudio en el que se incluyen aspectos como el enfoque metodológico, la selección de textos guía y de material de apoyo. Esto hace necesario que las instituciones fomenten, entre otras cosas, la elaboración de material de apoyo que responda a sus propias necesidades, ajustándose a las tendencias actuales, teniendo en cuenta problemas reales de la ingeniería y considerando el contexto en el que se desarrolla el proceso enseñanza-aprendizaje.

El interés del presente trabajo es mostrar una herramienta multimedia, desarrollada para ser utilizada en las asignaturas de CB de la Facultad de Ingeniería en la Institución Universitaria de Envigado (IUE) con el fin de contextualizar los conceptos matemáticos y físicos en el área de control automático. Para el desarrollo de esta herramienta se establecieron conexiones temáticas con el fin de relacionar los conceptos abordados en las asignaturas de CB y las áreas específicas del control automático. En función de la aplicación de los resultados del presente trabajo, la identificación de las relaciones se centró en los contenidos temáticos establecidos para las asignaturas. Software libre y recursos en línea se utilizaron para la construcción de esta herramienta, esto con el fin de que los procesos académicos en las asignaturas de CB apropien las tendencias actuales en desarrollo y utilización de software para la solución de problemas. Este trabajo muestra una de las

herramientas desarrolladas en un proyecto realizado por los autores en la IUE para abordar temas de las CB a partir de conceptos como función de transferencia, respuesta temporal, robótica manipuladora, circuitos RLC, modelos en espacio estado, entre otros.

Palabras clave: contextualización de las matemáticas; prácticas pedagógicas en ingeniería; desarrollo de competencias; control automático

Abstract

The engineering program curricula in the country incorporate a first cycle of Basic Sciences, in which students might acquire the mathematical, physical or chemical foundations of their training. Generally, the subjects of this cycle have a rigorous approach from the scientific point of view that responds to the processes of these areas, but they are not necessarily thinking in the close context of the specific engineering problems. One of the causes that generates the disarticulation between the topics of the Basic Sciences and the specific engineering problems is the curricula design, because they include aspects such as methodological approach, selection of guide texts and material support. This makes necessary for institutions make proposals for the support material development; as a result, they will respond to their own needs, adjusting to current trends (keeping into account real engineering problems), and considering the context in which teaching -learning process is developed.

The purpose of this work is to show a multimedia tool that has been developed to the usage in the Basic Sciences (CB) subjects of the Engineering Faculty at the Envigado University Institution (IUE), in order to contextualize the mathematical and physical concepts in the automatic control area. Relationship of the concepts applied in the CB subjects and specific areas of automatic control were established for the development of this topic connections tools. Depending on the results application of this work and relationships identification on the topic contents established for the subjects. Free software and online resources were used for the construction of this tool; thus, the academic processes in CB subjects focus in two things: current trends in development and software usage for solving problems. This work shows one of the tools developed in a project carried out by the IUE authors to apply basic science issues from concepts such as transfer function, temporal response, manipulative robotics, RLC circuits, models in state space, among others.

Keywords: contextualization of mathematics; pedagogical practices in engineering; skills development; automatic control

1. Introducción

La formación del ingeniero requiere el desarrollo de capacidades analíticas que le permitan prepararse para identificar los problemas de su área y establecer una estrategia de intervención adecuada en términos del contexto y las posibilidades de actuación. Los programas de ingeniería están compuestos de una base matemática importante que no se puede ignorar. En particular, el programa de ingeniería electrónica requiere fundamentos matemáticos sólidos para garantizar



tanto el desarrollo teórico-práctico de las asignaturas específicas del área como el perfil de formación del ingeniero. Tal como lo expresa ACOFI en el capítulo de Ingeniería electrónica “La parte más importante de su formación (del Ingeniero Electrónico) es el desarrollo de la capacidad para crear, manejar y aplicar modelos físico- matemáticos de la realidad” (ACOFI, 2005). Adicionalmente, ACOFI plantea entre los objetivos de las matemáticas en la formación del Ingeniero Electrónico, los siguientes:

- i. “Proporcionar los conocimientos y desarrollar las habilidades y destrezas que le permitan plantear y resolver problemas prácticos y teóricos propios;
- ii. Desarrollar capacidades para simular, estructurar, razonar lógicamente y valorar datos intuitivos y empíricos;
- iii. Apropiarse un lenguaje y unos simbolismos propios, que le permitan al estudiante comunicarse con claridad y precisión, hacer cálculos con seguridad, manejar instrumentos de medidas, de cálculo y representaciones gráficas para comprender el mundo en que vive” (ACOFI, 2005).

La anterior postura muestra la necesidad de estructurar planes curriculares articulados en los que el desarrollo conceptual en un contexto real y aplicado genere un impacto directo desde las expectativas de formación del estudiante, presentando una mayor naturalidad y claridad para la apropiación del conocimiento. Lo aprendido desde lo cotidiano y lo práctico constituye un conocimiento afianzado e interiorizado mientras que un aprendizaje memorístico solo puede generar un conocimiento volátil que parece perderse con el avance entre semestres.

2. Matemática en el contexto de las ciencias

La indagación de los recursos existentes relacionados con la contextualización de conceptos del área de las CB en temas de la ingeniería conduce a la identificación de la teoría educativa denominada Matemática en el Contexto de las Ciencias (MCC) cuyo enfoque coincide con el utilizado en el presente trabajo. La teoría de la MCC es planteada en el Instituto Politécnico Nacional de México en 1982 para reflexionar acerca de la vinculación que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren, entre la matemática y las situaciones de la vida cotidiana, así como entre la matemática y los problemas de la actividad laboral y profesional del futuro egresado (Camarena, 1984, 1995, 2001, 2004).

Las líneas de énfasis de un programa de formación recogen parte de las necesidades que el medio laboral demanda de los profesionales y se concretan en los planes de estudio definidos para las asignaturas. En consecuencia, estos planes reflejan el contexto laboral del futuro egresado, por lo que la contextualización de los conceptos matemáticos siguiendo los lineamientos establecidos en los micro currículos aseguran la contextualización de la matemática en los problemas de la actividad laboral.

En la teoría MCC se identifican tres elementos fundamentales (el estudiante, el profesor y el contenido a enseñar) y dos elementos integradores (el currículo y la didáctica). La interacción de estos aspectos da lugar a cinco fases: Fase curricular (1984), Fase didáctica (1987), Fase epistemológica (1988), Fase docente (1990) y Fase cognitiva (1992). La interrelación entre las



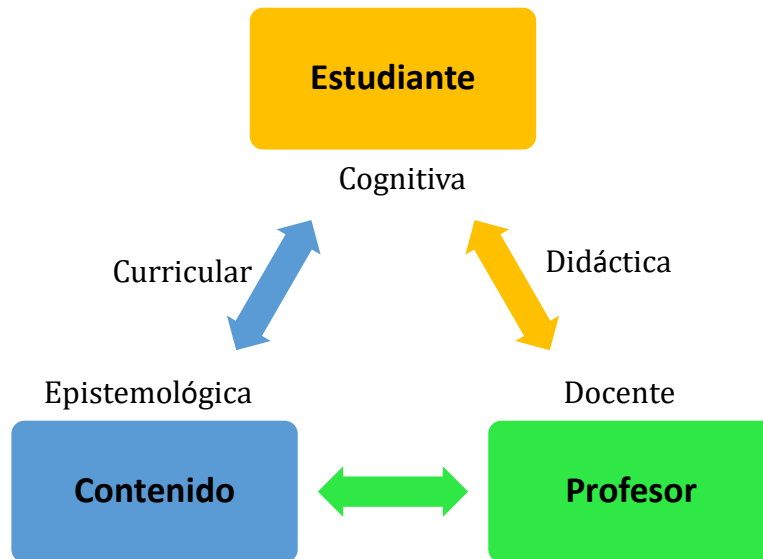


Figura 1 Elementos de la teoría MCC

diferentes fases se da de la forma que se muestra en la Figura 1 (Camarena, 2000). Debido a que el alcance del presente trabajo es el diseño de herramientas que puedan ser utilizadas en la contextualización de las matemáticas, en el trabajo realizado se han implementado algunos aspectos propuestos en las fases didáctica, cognitiva y epistemológica.

Fase curricular. Basada en una metodología para el diseño de programas de estudio de matemáticas en carreras de ingeniería (Camarena, 1984). La metodología para el **D**iseño de **P**rogramas de estudio de las **C**iencias básicas en **I**ngeniería ha sido denominada metodología **DIPICING**. Con esta metodología, se diseñan programas de estudio en donde el profesor conoce el por qué están incluidos cada uno de los temas que constituyen el programa. Esto es, ya sea porque son de aplicación directa a la ingeniería o porque son adicionados para formar la estructura lógica del conocimiento (Camarena, 2009).

Fase didáctica. La fase didáctica contempla un modelo didáctico (MoDiMaCo) para el desarrollo de las competencias profesionales y para la vida, siendo explícito el desarrollo de las habilidades para la transferencia del conocimiento (Camarena, 1984, 2000, 2004). La fase didáctica plantea la interacción de los tres bloques planteados en la Figura 2.



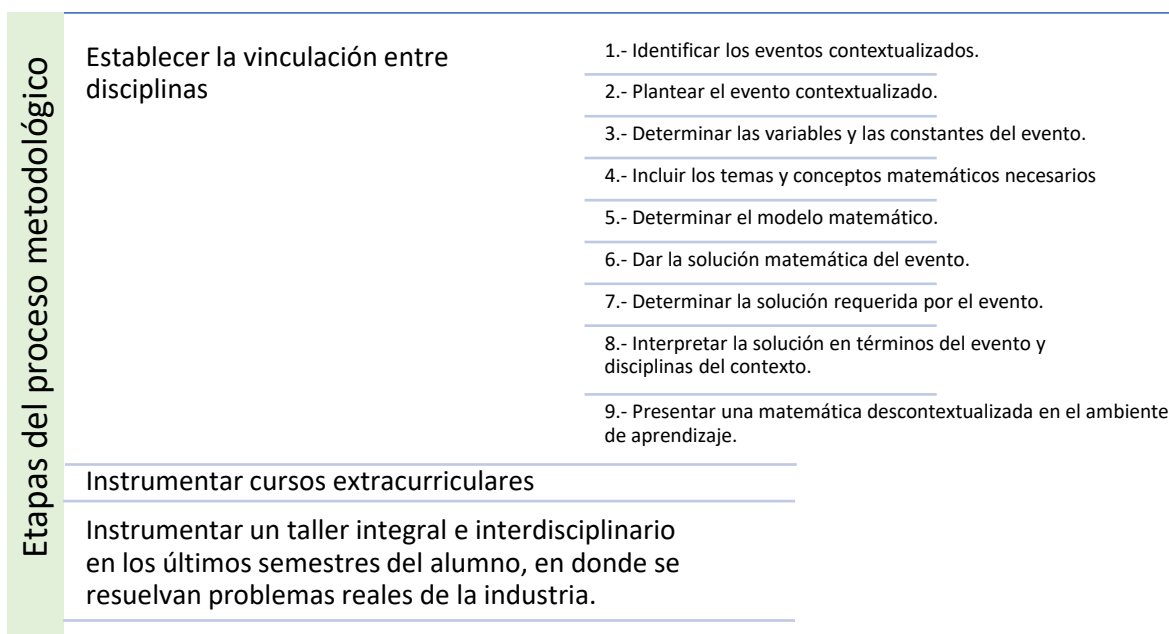


Figura 2 Etapa didáctica de la teoría MCC.

Fase cognitiva. Está sustentada fuertemente en la teoría de aprendizajes significativos de Ausubel (1990). Se ha verificado a través de la matemática en contexto que el estudiante logra conocimientos estructurados y no fraccionados, logrando con ello estructuras mentales articuladas (Camarena, 2000). Se ha determinado que el estudiante debe transitar entre los registros de representación aritmético, algebraico, analítico, visual y contextual para construir el conocimiento (Camarena, 2002; Duval, 1999).

Fase epistemológica. Se ha determinado un constructo teórico denominado transposición contextualizada. En donde la matemática científica sufre transformaciones para adaptarse a la forma de trabajar de otras ciencias (Camarena, 2001).

Fase docente. Orientada a identificar las destrezas que debe tener un docente en la MCC. La metodología descrita requiere del docente evidencie conocimientos acerca de los estudios de la ingeniería en donde se labora; conocimiento de los contenidos a enseñar y a aprender; conocimiento sobre el uso de la tecnología electrónica como mediadora del aprendizaje del estudiante; y conocimiento acerca del proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática (en general, de la ciencia básica a aprender) (Camarena, 1990).

3. Metodología

El interés del presente trabajo es mostrar el desarrollo de una herramienta multimedia para ser utilizadas en las asignaturas de CB de la Facultad de Ingeniería en la IUE con el fin de contextualizar los conceptos matemáticos y físicos en el área del control automático. La futura utilización de esta y otras herramientas contribuirá a cerrar las brechas existentes entre el enfoque utilizado en asignaturas específicas y el definido para las asignaturas de CB en las carreras de Ingenierías. La investigación que se propone es de tipo básica dado que se establecerán los



fundamentos pedagógicos para el desarrollo de las herramientas sin alcanzar un nivel de validación.

El trabajo inicial consiste en establecer relaciones entre los conceptos abordados en las asignaturas de CB y las áreas específicas de control. En función de la aplicación de los resultados del presente trabajo, la identificación de las relaciones se limita a las temáticas establecidas en las cartas descriptivas de las asignaturas correspondientes a estas áreas. Las cartas descriptivas son la primera fuente de información para el establecimiento de las relaciones entre los conceptos.

Las relaciones identificadas son validadas a través de socializaciones con docentes del área de control; con las evaluaciones de las cartas descriptivas realizadas por los docentes al final de cada periodo académico; y con encuestas realizadas a estudiantes de los últimos semestres del programa de Ingeniería electrónica. Los criterios utilizados para seleccionar las temáticas de CB a intervenir con las herramientas multimedia tendrán en cuenta aspectos como: número de relaciones para cada concepto de CB, conceptos de CB que estén relacionados con temas asequibles del área de control; ó conceptos de CB que estén relacionados con temas de mayor aplicabilidad en control.

Se diseñan herramientas que evidencian los usos de los conceptos de CB en el área de control y se amplían las posibilidades de representación de los conceptos con la revisión de las herramientas existentes enfocadas en las temáticas previamente seleccionadas.

El diseño de las herramientas multimedia consiste en establecer los requerimientos técnicos y pedagógicos para cada una de ellas. Este proceso incluye tanto el desarrollo como la selección de software a través de los cuales se evidencia el uso de los conceptos de CB en el área de control. La utilización de software existente, enfocado en las temáticas previamente seleccionadas, amplía las posibilidades de representación de los conceptos.

4. Resultados

El contenido temático de cada asignatura del área de control fue revisado a la luz de los contenidos establecidos para las asignaturas del ciclo básico en la Institución Universitaria de Envigado. De esta forma, se identificaron las principales conexiones temáticas entre asignaturas y entre diferentes niveles de formación. Así mismo, se llevó a cabo una revisión con el fin de identificar páginas, aplicaciones, software, entre otros, que pudiesen utilizarse como herramienta de contextualización en asignaturas de CB y que fuesen recursos de uso libre. Los desarrollos identificados tienen fines específicos que dificultan su adaptación a las particularidades de las asignaturas de CB y del área de control como se pretende en este trabajo. En consecuencia, se tomó la decisión de utilizar software disponible en la institución como los son el paquete Office y Matlab.

La estructura general para el desarrollo de las herramientas multimedia consta de tres apartados (Figura xx): conceptos matemáticos, donde se presentan los conceptos necesarios para desarrollar los ejercicios propuestos en la herramienta; contexto en ingeniería, donde se muestra la aplicación de esos conceptos matemáticos en el área de control automático; y ejercicios prácticos, donde se utilizan los conceptos presentados en las secciones anteriores. Las presentaciones son secuenciales



pero el estudiante siempre puede regresar a cualquiera de las tres secciones, generando flexibilidad en la visualización de contenidos. Algunas de las herramientas desarrolladas incluyen videos cortos donde se presenta la contextualización en ingeniería (Figura 3).

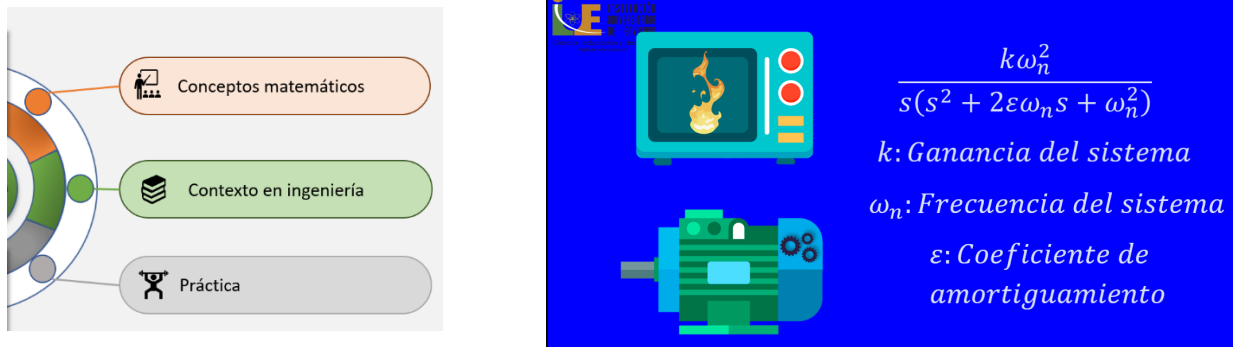


Figura 3 Diapositivas que ilustran el enfoque de la herramienta desarrollada

La Institución Universitaria de Envigado ofrece a los estudiantes de los programas de la Facultad de Ingeniería del primer semestre un curso introductorio al cálculo en el que se abordan conceptos relacionados con Álgebra y Trigonometría. La temática se enfoca en afianzar los conceptos abordados en la educación media y que son esenciales para la formación universitaria. Entre las relaciones que se identifican con mayor frecuencia se encuentran *Funciones de Transferencia* y *Respuesta de segundo orden con operaciones básicas entre expresiones algebraicas* (adición, sustracción, multiplicación, división, factorización, entre otras).

Con el fin de contextualizar el estudio del álgebra y la trigonometría, se seleccionaron modelos matemáticos correspondientes a procesos industriales convencionales como lo son la temperatura de un horno, el rendimiento de un motor o la altura de un líquido en un tanque. En la herramienta desarrollada se considera la expresión en el espacio de frecuencia

$$Y(s) = \frac{k\omega_n^2}{s(s^2 + 2\varepsilon\omega_n s + \omega_n^2)}, \quad (1)$$

donde k es la ganancia del sistema, ω_n es la frecuencia natural del sistema, ε es el coeficiente de amortiguamiento y s es la frecuencia. La actividad consiste en asignar valores a los parámetros, por ejemplo $k = 1$ y $\omega_n = 2$, para que el estudiante descomponga la expresión en fracciones parciales. Una vez se presenta la expresión, en el espacio temporal, obtenida al utilizar la transformada inversa de Laplace

$$y(t) = e^{-2\varepsilon t} \left[2\varepsilon \left(e^{-2t\sqrt{\varepsilon^2-1}} - e^{2t\sqrt{\varepsilon^2-1}} \right) - 2\sqrt{\varepsilon^2-1} \left(e^{-2t\sqrt{\varepsilon^2-1}} + e^{2t\sqrt{\varepsilon^2-1}} \right) \right], \quad (2)$$

el estudiante debe llevar a cabo las siguientes acciones:

- i) Reescribir la expresión (2) utilizando funciones hiperbólicas.
- ii) Trazar la gráfica de la expresión obtenida en i) y estudiar el comportamiento de las gráficas para $t \in [0, \infty)$ y $\varepsilon \in [1.1, 5]$.



- iii) La función (2) se expresa en términos de funciones trigonométricas para $\varepsilon \in [0,1)$. Las funciones hiperbólicas pueden reescribirse como funciones trigonométricas con ayuda de la fórmula de Euler.

Esta actividad exige del estudiante un correcto conocimiento de la descomposición en fracciones parciales, del álgebra de números complejos, de la definición de funciones hiperbólicas y de la fórmula de Euler. Todos estos elementos conducen a una representación gráfica del modelo en el que el estudiante se familiariza con las respuestas amortiguada y sobre amortiguada de un proceso.

5. Conclusiones

En este trabajo se muestra el desarrollo de una herramienta que permite utilizar nociones del área de control automático para contextualizar algunos temas tratados en asignaturas de CB. En este caso se relacionan temáticas del control análogo con temáticas del álgebra y la trigonometría. La herramienta permite familiarizarse con las funciones de transferencia a través del proceso de solución de un modelo matemático típico del control automático, mediante la utilización de conceptos como funciones trigonométricas, funciones hiperbólicas, operaciones básicas entre números complejos y descomposición en fracciones parciales. Adicionalmente, herramientas de visualización de gráficas, disponibles en línea, permiten analizar la respuesta temporal obtenida en el modelo para diferentes valores de los parámetros.

La matemática en contexto tal como se implementa en el presente trabajo, posibilita el acercamiento del estudiante a los conceptos matemáticos a través de la solución de problemas propios de su campo de formación. Adicionalmente, los problemas identifican un contexto cercano porque son tomados o contruidos a partir de la propuesta curricular de la propia institución. El diseño de estas herramientas además de beneficiar el proceso de aprendizaje al generar una motivación para el estudiante también beneficia la articulación entre las áreas de formación y, por ende, entre los docentes, porque se requieren equipos de trabajo interdisciplinarios para su construcción.

6. Referencias

Artículos de revistas

- Camarena, G. P. (2002) Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería. Revista Innovación Educativa, Vol. 2, No 10 y No. 11, pp. 22 – 28 y 4 – 12.
- Camarena, G. P. (2004) La transferencia del conocimiento: el caso de las ecuaciones diferenciales parciales. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, Vol. 17, No. 1, pp. 156 – 163.
- Camarena, G. P. (2009) La matemática en el contexto de las ciencias. Innovación Educativa, Vol. 9, No. 46, pp. 15 – 25.

Libros

- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983) Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo. Trillas. México.



- Camarena, G.P. (2001). Las funciones generalizadas en ingeniería, construcción de una alternativa didáctica. ANUIES, México.
- Camarena, G.P. (2000). Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería. Reporte de investigación. ESIME – IPN, México.
- Camarena, G.P. (1990). Especialidad en docencia de la ingeniería matemática en electrónica. Reporte de investigación. ESIME – IPN, México.
- Duval, R (1999). Semiósisis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Grupo de Educación Matemática, Universidad del Valle, México.

Memorias de congresos

- Camarena, G.P. (1984). El currículo de las Matemáticas en Ingeniería. Memorias de las Mesas Redondas sobre Definición de Líneas de Investigación en el IPN, México, pp. 21 – 25.
- Camarena, G.P. (1995). La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería. Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, México, pp. 28 – 34.

Fuentes electrónicas

- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI – (2005). Contenidos programáticos básicos para Ingeniería Electrónica. Bogotá. Disponible en: <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2015/07/Contenidos-programaticos-b%C3%A1sicos-para-ingenier%C3%ADa-Electr%C3%B3nica.pdf>

Sobre los autores

- **Julián Mauricio Granados Morales:** Licenciado en Matemáticas y Física, Máster en Ciencias – Matemáticas, Doctor en Ingeniería de Universidad Pontificia Bolivariana. Profesor titular. jmgranados@correo.ue.edu.co
- **Maribel Arroyave Giraldo:** Ingeniera en Instrumentación y Control, Especialista en Automática, Máster en Automatización y Control Industrial de Instituto Tecnológico Metropolitano. Profesora asociada. marroyave@correo.ue.edu.co

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

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

