



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



TEORÍA DE LA COMPLEJIDAD APLICADA AL MODELADO, ANÁLISIS Y CONTROL DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

John Alexander Taborda Giraldo, Aura Polo Llanos, Ronald Abuabara Martínez

Universidad del Magdalena
Santa Marta, Colombia

Resumen

En este trabajo, se propone una mirada alternativa al proceso de aseguramiento de la calidad en un programa académico de educación superior, a partir de la aplicación de conceptos y herramientas propias de la teoría de sistemas dinámicos complejos. En particular, se presenta la propuesta de modelado, análisis y control del sistema de aseguramiento de la calidad del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena a partir de la identificación de características inherentes a sistemas complejos, tales como: interacción de muchos componentes de forma no lineal, independencia de los componentes que conforman el sistema, estructura dividida en varias escalas o posibilidad de comportamiento emergente. A partir de estos lineamientos se ha modelado un sistema donde los diferentes actores del programa (estudiantes, profesores y egresados) interactúan a diferentes escalas (curso, programa, institución, vida laboral) generando avances y resultados que son monitoreados por un sistema de gestión del conocimiento y que sirven de insumo para un modelo de evaluación de calidad e identidad educativa. Asimismo, el sistema propuesto contempla momentos de evaluación y reconocimiento al desempeño destacado en las diferentes dimensiones de formación del programa, y una plataforma virtual para la gestión colaborativa de tareas como un elemento de control distribuido entre los diferentes actores del programa.

Palabras clave: sistemas complejos; calidad educativa; aseguramiento de la calidad; gestión de la educación; sistemas de evaluación y control

Abstract

In this work, we propose an alternative approach to quality assurance process of an academic program of higher education, based on concepts and tools of complex dynamical systems theory. In particular, we outline modelling, analysis and control stages of quality assurance system of Electronics Engineering Program at Universidad del Magdalena, in Santa Marta (Colombia). We design a model a system where different actors of the program (students, teachers and graduates) interact at different levels (course, program, institution, working life) generating advances and results. We can track these performances with a knowledge management system and we use this information as input for a model of educational identity and quality assessment. The proposed system also provides moments of evaluation and recognition of outstanding performance in the different dimensions of training program and a virtual platform for collaborative task management as a distributed control element between the different actors of the program.

Keywords: *complex systems; educational quality; quality assurance; education management; evaluation and control systems*

1. Introducción

Bajo una concepción holística de los sistemas de aseguramiento de la calidad de instituciones de educación superior se describe el diseño conceptual de un sistema integral que permita evaluar el desempeño de toda la organización a través del monitoreo, evaluación y control de sus actores o partes de la misma. Para tal fin se hace uso, de herramientas y conceptos propios de la teoría de la complejidad, bajo la cual se identifica el proceso de aseguramiento de la calidad como un proceso complejo.

Reconocer e identificar las dinámicas y propiedades en un sistema proporciona información relevante que facilitan su gestión y control. Por ejemplo, un sistema se considera complejo cuando se pueden identificar características como (Taborda, 2010):

- Sistemas que contienen muchos componentes que interactúan de forma no lineal.
- Los componentes son independientes uno del otro.
- El sistema tiene una estructura dividida en varias escalas.
- El sistema puede presentar comportamiento emergente.

En un sistema de aseguramiento de la calidad de un programa académico sus diferentes actores, tales como estudiantes, profesores o egresados, interactúan entre ellos, generándose diferentes dinámicas que se reflejan en sus indicadores de desempeño. Los factores que inciden en cada indicador no son necesariamente lineales. Asimismo, la estructura por niveles o escalas tales como institución, programa, curso o individuo, deben tenerse en cuenta para ser una evaluación adecuada de cada indicador o índice de desempeño.

En este trabajo, se describe la metodología usada en el diseño y puesta en marcha inicial del sistema aseguramiento de la calidad del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena. El sistema está compuesto por cuatro subsistemas: (1) un modelo de evaluación de la calidad e identidad del programa, denominado IQ MAGTRÓNICA, (2) un sistema de gestión del conocimiento que monitorea y clasifica avances y logros alcanzados por estudiantes, egresados y profesores, denominado MAGTRÓNICA STARS GT, (3) un acto de reconocimiento donde se certifican los desempeños destacados en diferentes dimensiones de formación, denominado SELLO MAGTRÓNICA, (4) una plataforma virtual para la gestión colaborativa de tareas y proyectos, denominada AM-PM. La sinergia entre los cuatro subsistemas permite tener un sistema integral y dinámico.

Además de los componentes descritos, el sistema de aseguramiento de la calidad que se propone tiene otras particularidades que lo hacen único. Por un lado, el sistema contempla indicadores de desempeño en seis dimensiones o escenarios de formación del programa: (1) Academia, (2) Investigación, (3) Gestión y Liderazgo, (4) Emprendimiento Tecnológico, (5) Internacionalización y Multilinguismo y (6) Proyección Social y Ambiental. Asimismo, los indicadores de desempeño además de establecer medidas de “Calidad Educativa”, contemplan indicadores de “Identidad” y de “Excelencia”. Por último, los indicadores brindan informaciones de los diferentes actores, en sus diversas escalas o contextos: curso, programa, institución.

2. Sistema de Aseguramiento de la Calidad y su relación con indicadores de Identidad y Excelencia Educativa

En esta sección se plantean las relaciones entre los conceptos de calidad, identidad y excelencia que contempla el Sistema de Aseguramiento de la Calidad en su componente del modelo de evaluación “IQ Magtrónica” (Identity & Quality Model).

Tanto calidad, como identidad o excelencia tienen las características que W.B. Gallie identificó en su estudio de “conceptos esencialmente controvertidos” (Gallie, 1955). Asimismo, las características fijadas por Gallie ponen de manifiesto la naturaleza inherentemente compleja de este tipo de conceptos. Por ejemplo, de acuerdo con las características de los “conceptos esencialmente controvertidos”, también llamados por algunos autores “conceptos de estructura compleja” se establecen las siguientes sentencias:

- Calidad, Identidad y Excelencia son evaluables y se establecen por juicios de valor.
- Calidad, Identidad y Excelencia sugieren procesos que requieren una evaluación exhaustiva que tienen un carácter interno complejo.
- La evaluación debe ser atribuida a la entidad internamente compleja en su conjunto.
- Los diferentes elementos constitutivos de estas entidades internamente complejas son inicialmente descriptibles de diversas maneras.

En tal sentido, el modelo “IQ Magtrónica” plantea una concepción particular de estos tres conceptos, que se ajustan a las necesidades particulares del sistema de aseguramiento de la calidad que se busca diseñar. El

modelo establece los indicadores de Calidad Educativa (ICE) e Identidad Educativa (IIE) y el Índice de Excelencia Educativa (IEE). Asimismo, el modelo plantea que "Calidad Educativa" e "Identidad Educativa" son conceptos que manejan relaciones duales y complementarias entre ellos, que al mismo tiempo sirven para establecer una evaluación de la "Excelencia Educativa".

En un programa académico de educación superior, la calidad educativa está más ligada al cumplimiento de estándares preconcebidos en un mundo globalizado, y por ende tiende a homogenizar, es decir, que todos nos acerquemos a una referencia o ideal. Por otro lado, llegar a la excelencia implica destacarse sobre los demás y en muchas ocasiones no basta con cumplir los lineamientos de calidad así sea de manera superlativa. Por ende, se propone que debe existir un factor adicional, que está afectado por el contexto o el entorno de la organización y sus individuos y que influye de forma significativa para alcanzar la excelencia educativa, el cual denominados "Identidad Educativa". La identidad educativa en un programa de educación superior está más ligada a la definición y alineación entre Misión, Visión, Principios, Propuesta de Formación y Perfil del Egresado, y la coherencia y consistencia en su aplicación (Taborda et al., 2016).

Bajo esta concepción, muchos de los sistemas de aseguramiento de la calidad existentes no pueden medir ni excelencia educativa, ni identidad educativa. En tal sentido, se propone un sistema de aseguramiento de la calidad que incorpora un modelo que distingue entre estas tres connotaciones, evaluando a nivel de actor y de entidad.

Sobre excelencia, la concepción más común relaciona el concepto con una marca de distinción, que describe algo que es excepcional, meritocrático, y supera las expectativas normales. El concepto no tiene sentido si todos son excelentes y no hay forma de distinguir el desempeño de cada actor o entidad con sus pares. Sin embargo, no todo puede suscribirse a un punto de vista "élite" de la excelencia, por lo cual se establece que la excelencia puede ser tanto un concepto relativo como absoluto. Por ejemplo, cada estudiante, profesor o egresado puede tener la oportunidad de luchar por la excelencia en lo que hacen y el logro de la excelencia se pueden medir en términos de valor añadido y el desarrollo personal (Brusoni et al, 2014).

En tal sentido, el sistema define seis posibles escenarios o dimensiones de formación donde cada actor de la organización, en este caso, un programa de ingeniería electrónica, puede buscar la excelencia. En la figura 1, se ilustra cada dimensión de formación del programa de ingeniería electrónica como una cara de un cubo.

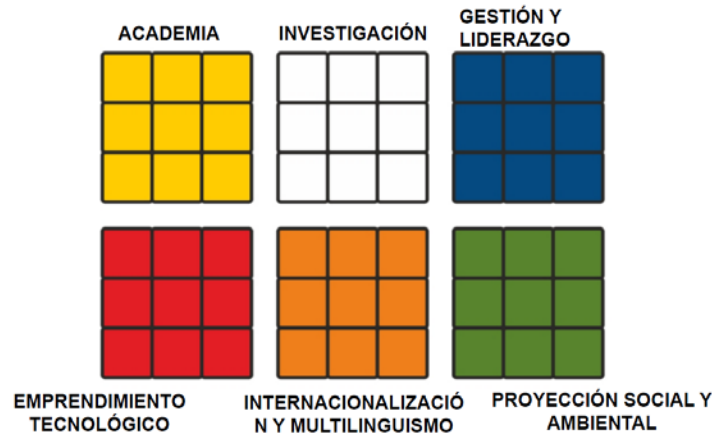


Figura 1. Dimensiones de formación del programa de ingeniería electrónica de la Universidad del Magdalena contempladas en el Sistema de Aseguramiento de la Calidad.

Bajo esos seis posibles escenarios, la excelencia puede ser tanto una descripción de un hecho actual y también una meta, aspiración u horizonte para todo el programa académico y cada una de sus partes o componentes. En la figura 2, se presenta el esquema del modelo “IQ Magtrónica” bajo la perspectiva de sistema complejo. Cada actor del programa (estudiante, profesor o egresado), dependiendo de sus habilidades, competencias, avances y logros, va consolidando un perfil, en una o varias de las seis dimensiones de formación declaradas (figura 1) donde se van estableciendo métricas que evalúan su desempeño desde esa triple connotación: calidad, identidad y excelencia.

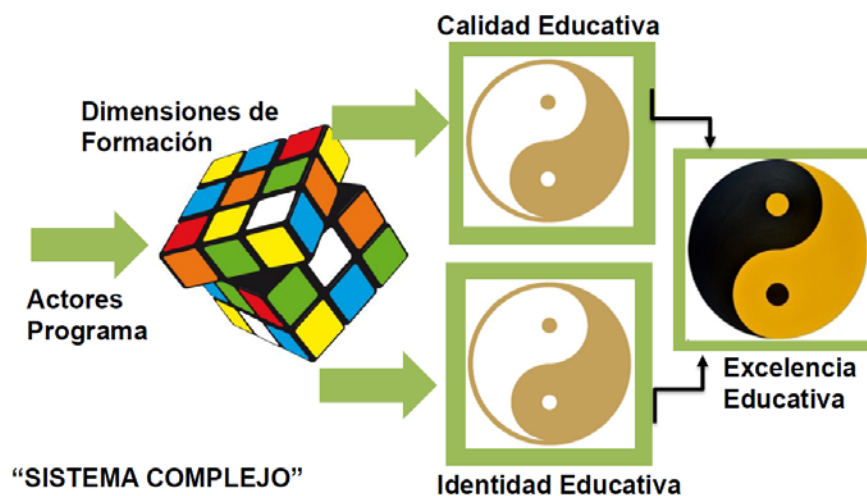


Figura 2. Modelo IQ MAGTRÓNICA para la evaluación el índice de excelencia educativa a nivel de organización y de individuo, basado en los indicadores de calidad e identidad educativa.

Los criterios para evaluar calidad e identidad educativa, se establecen bajo la tesis de complementariedad de ambos conceptos en la definición de excelencia educativa. La tabla 1 presenta un paralelo entre concepciones de calidad e identidad que dan lugar a las características de dualidad y complementariedad incorporado en el modelo complejo IQ Magtrónica.

Concepciones de Calidad	Concepciones de Identidad
“Ajustarse a los Estándares”: grado en el que un conjunto de características cumple con los requisitos. Procesos de promoción y aseguramiento tienden a buscar comportamientos “homogéneos”, “estables” o “consistentes”.	“Salirse del Molde”: valor agregado o factor diferenciador de un individuo o entidad para determinada característica. Procesos de promoción y aseguramiento tienden a buscar comportamientos “heterogéneos”, “divergentes” o “emergentes”.
Evaluación objetiva basada en procesos con características mayoritariamente medibles, tangibles, y verificables. Mayor énfasis en procesos cuantitativos.	Evaluación subjetiva basada en procesos con características formadas mayoritariamente a partir de percepciones, juicios de valor e intangibles. Mayor énfasis en procesos cualitativos.
Idealmente los valores esperados del proceso deben alcanzarse independientemente del contexto o del entorno.	Idealmente los valores agregados o factores diferenciadores deben tener una dependencia directa con el contexto o el entorno de aplicación.
El indicador de desempeño debe medir principalmente comportamientos de la “dinámica interna” de la organización. Mayor énfasis en la “consistencia” de la organización.	El indicador de desempeño debe medir principalmente comportamientos de la “dinámica externa” de la organización. Mayor énfasis en la “pertinencia” de la organización.

Tabla 1. Comparaciones entre criterios duales o complementarios en torno a los conceptos de Calidad e Identidad, que sirvieron como referencia para concebir el modelo IQ Magtrónica.

A nivel de programa, el modelo IQ Magtrónica, se estructuró a partir de movimientos internacionales que promueven la transformación de la educación en ingeniería. Por un lado, CDIO define doce estándares de calidad o buenas prácticas para formar ingenieros de una forma más eficaz, eficiente y pertinente (CDIO, 2015). Dentro de los lineamientos de la metodología CDIO se plantea un rediseño curricular que se estructure a través de la articulación de la misión y visión del programa, con los objetivos de formación, los valores y principios del programa y los resultados de aprendizaje previstos en los procesos de enseñanza. El indicador de desempeño de Identidad Educativa, evalúa el grado de adopción, apropiación y aplicación de esta estructura por parte de los actores del programa. El manifiesto del movimiento Big Beacon (Goldberg, 2012), destaca la importancia de variables emocionales en la transformación educativa. En tal sentido, los fundadores del movimiento Big Beacon plantean que para ayudar a estudiantes a convertirse en ingenieros innovadores, creativos y eficaces que pueden prosperar en los tiempos difíciles, debemos prestar tanta atención a la cultura y a los valores como al plan de estudios (Somerville, 2016). En otras palabras, es tan importante la calidad educativa como la identidad educativa. La figura 3 resalta la secuencia de los 12 estándares de calidad CDIO y la estructura para establecer los resultados de aprendizaje y su relación con la concepción de identidad educativa del Modelo IQ Magtrónica y con la ingeniería emocional que promueve el movimiento Big Beacon.

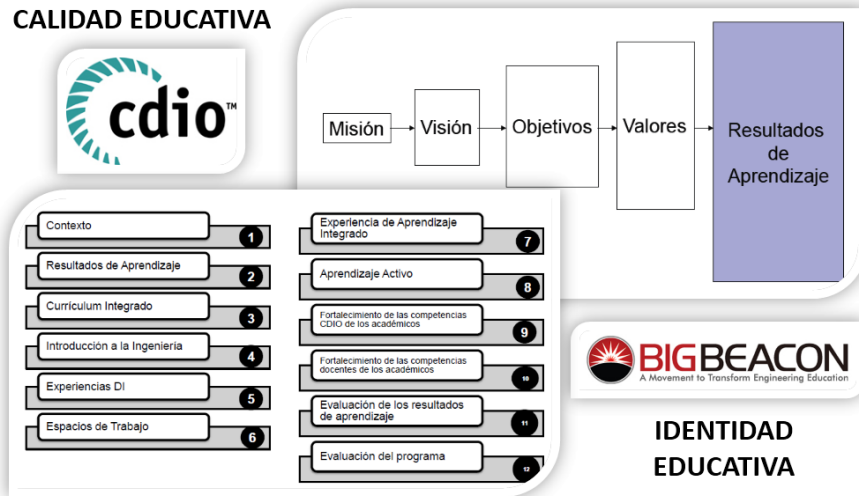


Figura 3. Movimiento CDIO y Big Beacon como referentes internacionales de calidad e identidad educativa del Modelo IQ MAGTRÓNICA.

3. Monitoreo y visibilidad de avances y resultados en el Sistema de Aseguramiento de la Calidad

En esta sección se presentan otros dos componentes principales del Sistema de aseguramiento de la Calidad del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena. Por un lado, el sistema de seguimiento de avances y resultados de estudiantes, egresados y profesores MAGTRÓNICA STARS GT (System for Tracking of Advances and Results of Students, Graduates and Teachers), y por otro lado el acto de reconocimiento “Sello Magtrónica” en el cual se destaca el desempeño destacado de cada actor del programa en las seis dimensiones de formación.

TOP 5 Academia	Puesto
José Ángel Garzábalo Reyes	1

TOP 5 Investigación	Puesto
Nelson Horacio Cárdenas Bolaño	1
Pedro Luis Altahona Altahona	2

TOP 5 gestión y liderazgo	Puesto
Juan David Herrera Neira	1

TOP 5 Emprendimiento Tecnológico	Puesto
Oscar Mauricio Sarmiento Urbina	1

TOP 5 Internacionalización y Multilingüismo	Puesto
José Ángel Garzábalo Reyes	1

TOP 5 Proyección Social y Ambiental	Puesto
Pedro Luis Altahona Altahona	1
Nelson Horacio Cárdenas Bolaño	2
José Ángel Garzábalo Reyes	3
Qohat Uziel Pretel Polo	4
Juan David Herrera Neira	5

El Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena
Entrega al Estudiante:

El Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena
Entrega al Egresado:

El Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena
Entrega al Profesor:
Carlos Arturo Robles Algarín

el “Sello Magtrónica” como un reconocimiento a su destacado desempeño en:
Academia, Investigación, Multilingüismo, Gestión y Liderazgo

PLS. 2017 Asesor Técnico-Gestor, Director de Programa de Ingeniería Electrónica, Universidad del Magdalena. Se entregó en Santa Marta, el día 15 de Junio de 2016, en el marco del Encuentro de Profesores de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena del Período 2014-1.

Figura 4. Ejemplo de escalafones de puntuación del sistema Magtrónica STARS GT y ejemplos de reconocimientos “Sello Magtrónica” a estudiantes, egresados y profesores.

A partir de la información proporcionada por el sistema de gestión del conocimiento se establecen escalafones por tipo de actor (estudiante, egresado, profesor) y por dimensión de formación. Dependiendo de la evaluación obtenida, cada individuo es certificado en las dimensiones donde se haya obtenido un mejor desarrollo de las competencias requeridas. El indicador de calidad mide el tipo de avance o resultado alcanzado y el indicador de identidad su correspondencia con los principios y valores declarados por la organización, que para el caso del programa de ingeniería electrónica son los siguientes:

- Mentalidad Abierta
- Mentalidad Libre
- Cultura y Mentalidad Innovadora
- Cultura Digital, Ciudadano Digital
- Conectivismo, Ciudadano Global
- Multilingüismo e Interculturalidad
- Trabajo Colaborativo
- Agilismo
- Interdisciplinariedad
- Multidisciplinariedad
- Transdisciplinariedad.
- Ética Profesional
- Conciencia Social
- Conciencia Ambiental

La figura 4 presenta casos ilustrativos de la información arrojada por el sistema de gestión del conocimiento a través del monitoreo de avances y resultados en las 6 dimensiones de formación declaradas y la forma en la que se visibiliza a la comunidad a través de los actos de reconocimiento. La sinergia de estos componentes dinamiza el programa académico y genera impactos positivos en los desempeños de todos los actores del programa.

4. Plataforma de control y gestión de trabajo colaborativo del Sistema de Aseguramiento de la Calidad

Por último, el sistema de aseguramiento de la calidad plantea mecanismos de control distribuido para gestionar de forma colaborativa la complejidad asociada al sistema. En tal sentido, se ha habilitado una plataforma virtual denominada AM-PM (Agile Magtrónica – Project Management) en la cual diferentes actores del programa pueden aportar a tareas o proyectos de una forma dinámica, ágil y eficiente. En la figura 5 se presenta un ejemplo de la plataforma web desarrollada en Trello.com.

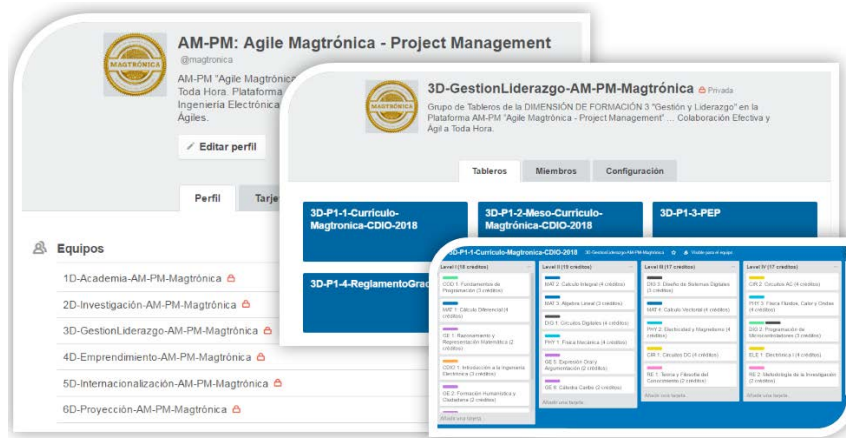


Figura 5. Ejemplo de la plataforma AM-PM desarrollada en Trello.com, con equipos de trabajo ágiles para cada dimensión de formación y con tableros de control de tareas.

5. Conclusiones

Se presentó una nueva propuesta de sistema de aseguramiento de la calidad para un programa académico de educación superior, en el cual se usaron conceptos y herramientas de la teoría de la complejidad para su diseño. En tal sentido, se concibe el sistema como un proceso complejo en el cual se destacan cuatro componentes donde se busca una interacción permanente y sinérgica que dinamice el funcionamiento del programa académico y de cada uno de sus actores. El modelo de evaluación, el sistema de gestión del conocimiento, el acto de reconocimiento y la plataforma de trabajo colaborativo crean un sistema integral que promueve el mejoramiento continuo. La figura 6 sintetiza los componentes principales del sistema de aseguramiento de la calidad.



Figura 6. Sistema integral de aseguramiento de la calidad e identidad educativa en el Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena.

6. Referencias

- (CDIO, 2015) The CDIO Standards <http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards>
- Brusoni, M, et al. (2014) "The concept of excellence in higher education." *Occasional Paper* 20.
- Gallie, Walter Bryce. (1955) "Essentially contested concepts." Proceedings of the Aristotelian society. Vol. 56. Aristotelian Society, Wiley.
- Goldberg, D. (2012) Manifiesto Big Beacon. <http://bigbeacon.org/manifiesto/>
- Somerville, M. (2016) Transformation of Engineering Education, 12th International CDIO Conference, Turku, Finland.
- Taborda, J.A., Polo, A.M., Salas, C.M. (2016). "Metodología de Evaluación de Calidad e Identidad Educativa en Ingeniería – Caso de Estudio: Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena", Libro de Memorias XII Congreso Internacional sobre el Enfoque Basado en Competencias, Cartagena de Indias, Colombia.
- Taborda J.A., (2010) Characterization of complex bifurcation scenarios in piecewise dynamical systems, PhD Thesis, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

Sobre los autores

- John Alexander Taborda Giraldo: Ingeniero Electrónico, Magister en Ingeniería – Línea en Automatización Industrial, Doctor en Ingeniería Automática de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Profesor asociado. jtaborda@unimagdalena.edu.co
- Aura Margarita Polo Llanos: Ingeniera Electrónica, Magister de Ciencias en Ingeniería Eléctrica de University of South Florida (Tampa, FL, Estados Unidos). Profesor ocasional. apolol@unimagdalena.edu.co
- Ronald Martinez Abuabara: Ingeniero Electrónico, Especialista en Sistemas de Telecomunicaciones de la Universidad del Norte. Profesor catedrático. rmartinez@unimagdalena.edu.co

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)