



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



PROCEDIMIENTO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE ACTIVO EN UN CURSO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE

**Mauricio Márquez Santos, Armando Robledo Acosta, Beatriz Cardozo Arrieta,
María Rita Concepción García**

**Universidad Autónoma del Caribe
Barranquilla, Colombia**

Resumen

El bajo rendimiento académico de estudiantes universitarios es, en general un tema complejo que depende de diferentes factores. Uno de estos está relacionado con el papel que desempeñan los procesos de enseñanza-aprendizaje en la dinámica de la clase. Así mismo, está probado que las estrategias didácticas y metodológicas innovadoras relacionadas con los procesos educativos actúan como facilitador del aprendizaje e impactan positivamente en la calidad de la educación.

En este contexto, la Universidad Autónoma del Caribe, desde la Vicerrectoría de Docencia, a través del Instituto de Investigación en Educación- IDEAC, extendió una invitación a inicio de año a sus docentes a participar en experiencias Innovación Educativa. Atendiendo a lo anteriormente expuesto he aceptado este reto que lo tomo como aprendizaje en esta dinámica del mejoramiento continuo de los procesos relacionados con la función misional de la docencia. La Facultad de Ingeniería escogió al curso de Resistencia de Materiales, por ser un curso crítico debido a poseer factores de mortalidad académica, repitencia y deserción.

La Resistencia de Materiales se ocupa del cálculo de los esfuerzos y deformaciones que se producen en elementos que hacen parte de estructuras y máquinas sometidos a condiciones de cargas bajo condiciones estáticas. Estos esfuerzos dependen no solo de las dimensiones del elemento estructural sino de la forma como estén aplicadas las cargas las cuales pueden producir

esfuerzos normales o cortantes dependiendo de que las fuerzas o momentos actuantes sean axiales, transversales o combinados.

El estudio de los fundamentos de una ciencia requiere dominar su sistema de conceptos. En este sentido es importante utilizar un procedimiento que garantice la apropiación de los conceptos que compone el ejercicio de desarrollo de competencias en el contexto de la clase.

El presente trabajo muestra un procedimiento orientado a interpretar conceptos por parte del estudiante a partir de preguntas orientadoras. La experiencia permitió evidenciar una modificación de la forma tradicional de llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje en una clase de Resistencia de Materiales, en este sentido se generaron los siguientes aspectos positivos resumidos a continuación:

- Responsabilidad (evidenciado por la puntualidad a las clases y entrega oportuna de tareas).
- Compromiso (participación activa en las clases).
- Honestidad (trabajos originales, no hubo tareas iguales).
- Creatividad (diferentes formas de abordar el desarrollo de la tarea).
- Crítica (los estudiantes demostraron capacidad de autorevisión de sus procesos de aprendizaje).

Palabras clave: innovación educativa; calidad; educación superior

Abstract

The low academic performance of university students is, in general, a complex issue that depends on different factors. One of these is related to the role played by the teaching-learning processes in the dynamics of the class. Likewise, it is proven that the innovative didactic and methodological strategies related to educational processes act as a facilitator of learning and positively impact the quality of education.

In this context, the Autonomous University of the Caribbean, from the Vice-rectory of Teaching, through the Institute of Research in Education, IDEAC, extends an invitation at the beginning of a year in their experiences in innovation. In view of the above, this was accepted as learning in this dynamic of the continuous improvement of the processes related to the missionary function of teaching. The Faculty of Engineering chosen to the Course of Resistance of Materials, for being a critical accident due to the factors of academic mortality, repetition and desertion.

The Strength of Materials deals with the calculation of stresses and deformations that occur in the elements that are part of the structures and machines, some conditions of the loads under static conditions. These stresses depend on the dimensions of the structural element and the way in which loads that can be intense or axial, transverse or combined are applied.

Studying the fundamentals of a science requires mastering its system of concepts. In this sense, it is important to use a procedure that guarantees the appropriation of the concepts that make up the development exercise in the context of the class.

The present work shows a procedure oriented to the interpretation of concepts by the student from guided questions. The published experience evidences a modification of the traditional way of carrying out the teaching-learning process in a Materials Resistance class, in this sense the following positive topics were generated summarized below:

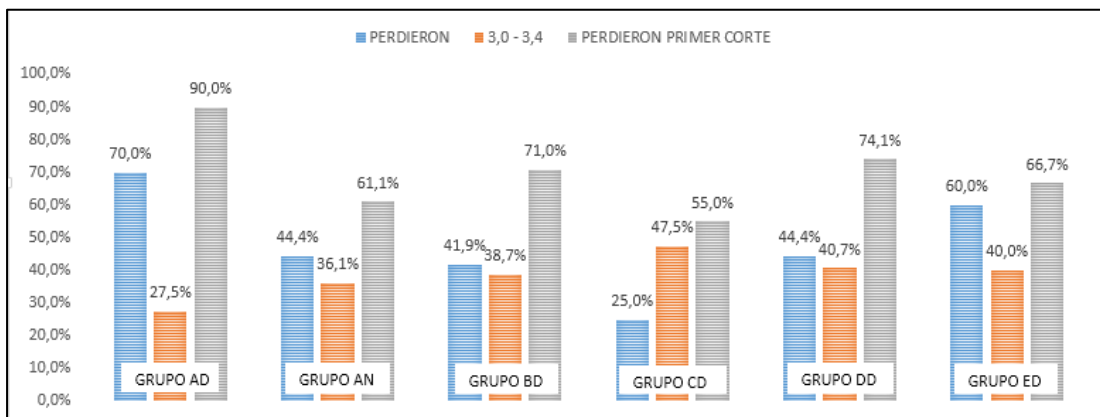
- Responsibility (evidenced by punctuality to the classes and timely delivery of tasks).
- Commitment (active participation in the classes).
- Honesty (original works, there were no equal tasks).
- Creativity (different ways of approaching the development of the task).
- Criticality (the students demonstrated the ability to self-review their learning processes).

Keywords: educational innovation; quality; higher education

1. Introducción

Es pertinente manifestar que este curso de Resistencia de Materiales ha sido identificado como un curso crítico por poseer históricamente factores de mortalidad académica, repitencia y deserción. La Figura 1 presenta el rendimiento académico de los cursos de Resistencia de Materiales en el semestre académico 201602. Analizando los datos de la gráfica se evidencia la criticidad de este curso, al observar que en promedio alrededor del 47% de los estudiantes perdieron la asignatura.

Figura 1. Rendimiento Académico curso Resistencia de Materiales, período 201602



2 Fundamentación teórica

- Innovación educativa

Una serie de intervenciones, decisiones y procesos, con cierto grado de intencionalidad y sistematización que tratan de modificar actitudes, ideas, culturas, contenidos, modelos y prácticas pedagógicas (Carbonell, 2001).

- Resistencia de materiales

La Resistencia de Materiales se ocupa del cálculo de los esfuerzos y deformaciones que se producen en elementos que hacen parte de estructuras y máquinas sometidos a condiciones de cargas bajo condiciones estáticas. Estos esfuerzos dependen no solo de las dimensiones del elemento estructural sino de la forma como estén aplicadas las cargas las cuales pueden producir esfuerzos normales o cortantes dependiendo de que las fuerzas o momentos actuantes sean axiales, transversales o combinados (Salazar, 2007).

- Problemas detectados de asimilación de conceptos de mecánica (estado del arte)

Los estudios realizados evidencian que conceptos físicos como masa (Furió & Ortiz, 1983), fuerza (Hestenes & Wells, 1992) (Hart & Cottle, 1993) (Roeder, 1998) (Rodríguez-Martín, Mena-Romero, & Rubio-Atoche, 2008), inercia (Cruz, Martínez, Sánchez, & Barbero, 1993) y en general conceptos ligados a la concepción de las leyes de Newton, que son el fundamento de la física mecánica, no son bien asimilados por los estudiantes.

La baja comprensión de estos temas dificulta el desempeño de los estudiantes de diferentes carreras de ciencias o de ingenierías (Furió & Ortiz, 1983) (Gómez, 2008).

Las dificultades se presentan tanto en cursos de mecánica como en los cursos subsiguientes que exigen el uso de tales conceptos fundamentales. En muchos casos no es posible continuar la formación de los estudiantes en una carrera determinada, lo cual conduce a problemas de deserción estudiantil. Muchos docentes se dedican a buscar que los estudiantes desarrollen habilidades matemáticas en la resolución de problemas extraídos de fenómenos físicos de la mecánica, y poco enfatizan en el desarrollo conceptual del alumno (Artamónova, Mosquera-Mosquera, & Mosquera-Artamónov, 2017).

- Dominio de un sistema de conceptos

El estudio de los fundamentos de una ciencia requiere dominar su sistema de conceptos (Concepción & Rodríguez, 2014). En este sentido es importante utilizar un procedimiento que garantice la apropiación de los conceptos que compone el ejercicio de desarrollo de competencias en el contexto de la clase.

Como procedimiento orientado para interpretar conceptos por parte del estudiante se escogió el realizado por los investigadores Concepción y Rodríguez (2006) y que se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Procedimiento para interpretar un concepto por el estudiante

Preguntas orientadoras para la comprensión del concepto (Interpretación)	Acciones para interpretar el concepto
¿Qué idea tengo del concepto? (Necesidad-motivación)	<ul style="list-style-type: none"> • Recordar si tengo conocimiento previo sobre el concepto
¿Qué dice la definición del concepto? (Análisis-Síntesis, comprensión)	<ul style="list-style-type: none"> • Leo detenidamente la definición del concepto

Preguntas orientadoras para la comprensión del concepto (Interpretación)	Acciones para interpretar el concepto
¿Cuáles son los rasgos esenciales de la definición? (Análisis-Síntesis; abstracción)	<ul style="list-style-type: none"> Analizo texto de la definición y separo las frases que constituyen los rasgos esenciales que la componen
¿Qué palabras no conozco para comprender el concepto? (Análisis-Síntesis; construcción de significado)	<ul style="list-style-type: none"> Identifico palabras "pistas" señalizadoras del significado de cada rasgo Busco el significado de las palabras "pistas" para comprender el concepto
¿Qué significa la definición? (Análisis-Síntesis; Generalización, Pensamiento visible de la interpretación)	<ul style="list-style-type: none"> Construyo reelaboración personal de la definición (Texto y gráfico mapa)
¿Cómo puedo identificar si un objeto o fenómeno pertenece al concepto? (Control de comprensión-Identificación de objetos que pertenecen a la clase del concepto) ¿Para qué me sirve este concepto en la vida social y profesional?	<ul style="list-style-type: none"> Busco un ejemplo que pertenece al concepto porque incluye las características esenciales Reconozco que un objeto no pertenece al concepto porque no incluye los rasgos esenciales ¿Cuáles fueron las acciones que me permitieron interpretar el concepto? Reflexiono y valoro para qué me puede ser útil el concepto

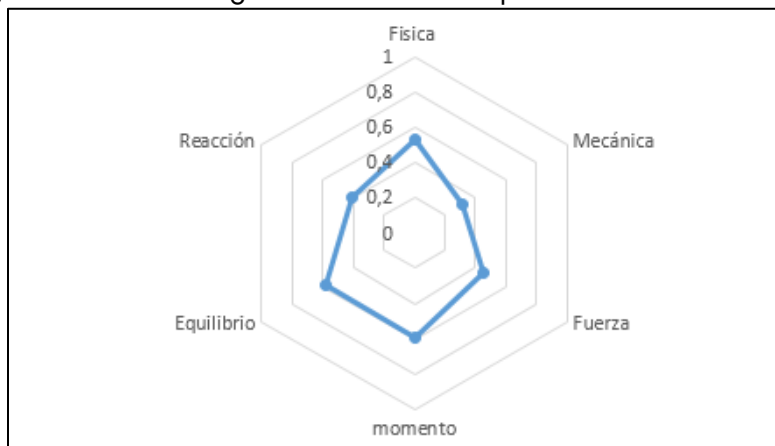
Fuente: (Concepción & Rodríguez, Rol del profesor y sus estudiantes, 2006)

3 Momentos de Intervención en el desarrollo de la clase

- Prueba diagnóstica:

Al inicio del semestre se llevó a cabo en el grupo una revisión de los conceptos interiorizados en los cursos anteriores como Estática y Física Mecánica, los conceptos revisados fueron: física, mecánica, reacción, equilibrio, fuerza. La figura 2 muestra los resultados de esta prueba, se observa que el grupo carece en general, de aspectos que garanticen el dominio de estos conceptos.

Figura 2. Prueba diagnóstica sobre conceptos básicos de mecánica



- Análisis resultados primer parcial

Una vez realizado el primer parcial, de acuerdo a los resultados obtenidos se llevó a cabo un análisis de los conceptos que se manejaron en la evaluación y de los que la mayoría de estudiantes no evidenció dominio. Para sorpresa los dos conceptos con mayor falencia fueron dos: Diagrama de cuerpo libre (DCL) y condiciones de equilibrio. Estos dos hacen parte de cursos pasados, pero necesarios para el desarrollo de competencias del actual. La tabla 2 presenta la situación de los 20 estudiantes (de 28) que mostraron falencias conceptuales.

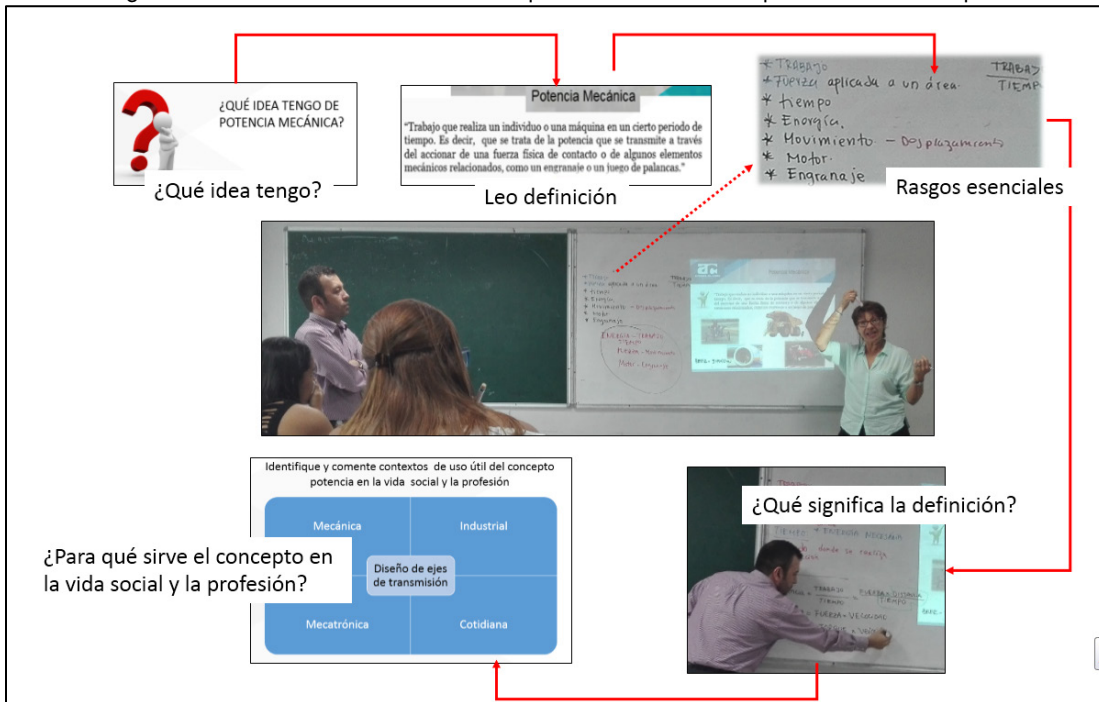
Tabla 2. Análisis de conceptos no dominados evidenciados en el primer parcial del curso

ESTUDIANTE	Conceptos dominados	
	Elabora DCL	Evalúa condiciones de equilibrio
1	NO	NO
2	NO	NO
3	NO	NO
4	NO	NO
5	NO	NO
6	SI	NO
7	NO	NO
8	NO	NO
9	SI	NO
10	NO	NO
11	NO	NO
12	NO	NO
13	SI	NO
14	NO	NO
15	NO	NO
16	NO	NO
17	NO	SI
18	NO	NO
19	NO	NO
20	NO	NO
21	NO	NO
22	SI	NO

- Clase orientada por protocolo

La clase del tema Potencia mecánica perteneciente a la unidad 2 (Torsión) se orientó a través de la metodología seleccionada de interpretación de conceptos. El docente lideró la clase que estuvo diseñada por el procedimiento descrito en la tabla 1. En este sentido, la figura 3 presenta la secuencia de la clase y sus registros fotográficos.

Figura 3. Desarrollo de clase utilizando procedimiento de interpretación de conceptos



- La tarea orientada por protocolo
 En el corte final del semestre académico, como proyecto final de semestre, se propuso una tarea en grupo relacionada con la unidad de Flexión para ser resuelta bajo un protocolo de interpretación de conceptos. Este está descrito en la tabla 3. En la jornada de presentación de la tarea la mayoría de los integrantes del grupo demostró apropiación de la secuencia metodológica propuesta para la solución de la tarea, la figura presenta un resumen con los aspectos a resaltar de algunos de los grupos.

Tabla 3. Protocolo propuesto para orientación de solución de tareas

PREGUNTAS ORIENTADORAS	ASPECTOS A TENER EN CUENTA
1. ¿Qué conocimientos previos tengo acerca de la tarea?	Retomo conceptos de Flexión pura, esfuerzo de tensión y compresión por flexión. Otros que consideres
2. ¿Qué dice el texto de la tarea?	Leo el enunciado de la tarea, para comprenderla, a lo largo de la lectura destaco los términos claves, pistas, o rasgos esenciales, busco su significado y los defino con mis palabras. Si quiere haces un mapa o esquema lógico, lo ilustras en un gráfico, haces un resumen, según te sientas cómodo anotando lo que piensas.
3. ¿Qué datos me dan y me piden para dar respuesta a la tarea?	Determino los datos e informaciones que aporta el texto de la tarea
4. ¿Puedo con mis palabras parafrasear el enunciado de la	Reelaboro el texto de la tarea con mis palabras, según he comprendido

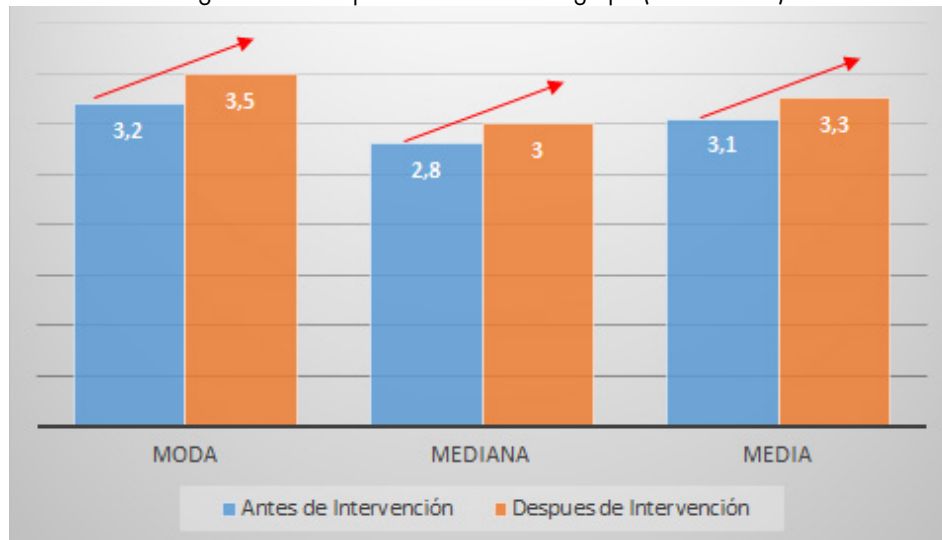
**PROCEDIMIENTO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
ACTIVO EN UN CURSO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE**

tarea?	
5. ¿He resuelto una tarea parecida?	Pienso en tareas resueltas con anterioridad para ver si ya he trabajado alguna parecida y me aporte un camino para resolver la tarea
6. ¿Qué estrategia me puede servir para resolver esta tarea?	Establezco un plan
7. ¿Cómo proceso para resolver y buscar la respuesta?	Ejecuto el plan
8. ¿Es lógico el proceder en cada momento?	Control local del plan
9. ¿Es correcto lo que hice para resolver la tarea?	Releo texto de la tarea y controlo datos, plan y ejecución. Compruebo el resultado. Compruebo el proceder. Reflexiono si mi proceder me favoreció resolver.
10. ¿Para qué me puede ser útil esta tarea en la vida social-laboral?	Reflexiono en qué aspectos de la vida social y/o laboral aplicarí estos conceptos y procedimientos. Reflexiono en qué aspectos de la vida social y/o laboral aplicarí estos conceptos y procedimientos.

4 Conclusiones

La figura 4 presenta dos momentos del rendimiento académico del grupo, uno antes de la intervención y otro luego de realizadas estas. Como se evidencia, existe un aumento en el rendimiento académico del grupo.

Figura 4. Desempeño académico del grupo (201701 DD)



El reto asumido desde inicio del semestre para modificar la forma tradicional de llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje de una clase de Resistencia de Materiales y con esto dar cumplimiento al modelo pedagógico institucional, generó aspectos positivos que resumo a continuación:

- Responsabilidad (evidenciado por la puntualidad a las clases y entrega oportuna de tareas).
- Compromiso (participación activa en las clases).
- Honestidad (trabajos originales, no hubo tareas iguales).
- Creatividad (diferentes formas de abordar el desarrollo de la tarea).
- Críticidad (los estudiantes demostraron capacidad de autorevisión de sus procesos de aprendizaje).

5 Referencias

- Artamónova, I., Mosquera-Mosquera, J. C., & Mosquera-Artamónov, J. D. (2017). Aplicación de force concept inventory en América Latina para la evaluación de la comprensión de los conceptos básicos de mecánica a nivel universitario. *Revista Educación en Ingeniería*, 56-63.
- Carbonell, J. (2001). *La aventura de innovar. El cambio en la escuela*. Madrid: Morata.
- Concepción, R., & Rodríguez, F. (2006). *Rol del profesor y sus estudiantes*. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe.
- Concepción, R., & Rodríguez, F. (2014). *Rol del profesor y sus estudiantes*. Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe.
- Cruz, M., Martínez, J., Sánchez, J., & Barbero, L. (1993). Detección de las ideas previas en cinemática utilizando la composición de movimientos. *Investigación en la Escuela*, 105-118.
- Furió, C., & Ortiz, E. (1983). Persistencia de errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 15-20.
- Gómez, A. (2008). Acerca de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de fuerza y trabajo. *Latin-American Journal of Physics Education*, 18.
- Hart, G., & Cottle, P. (1993). Academic backgrounds and achievement in college physics. *The Physics Teacher*, 470-475.
- Hestenes, D., & Wells, M. (1992). A mechanics baseline test. *The Physics Teacher*, 159-166.
- Rodríguez-Martín, M., Mena-Romero, D., & Rubio-Atoche, C. (2008). Superación de errores conceptuales de estudiantes de ingeniería química industrial cuando estudian la asignatura de Física. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 40-46.
- Roeder, J. (1998). Physics appreciation versus Physics knowledge. *The Physics Teacher*, 379-385.
- Salazar, J. (2007). *Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería*. Manizales: Universidad Nacional.

Sobre los autores

- **Mauricio Márquez Santos:** Ingeniero Mecánico, Especialista en Ingeniería de Procesos Industriales, Máster en Educación, estudiante de doctorado en Ciencias,

**PROCEDIMIENTO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
ACTIVO EN UN CURSO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE**

mención: gerencia. Docente de planta Universidad Autónoma del Caribe.
mmarquez@uac.edu.co

- **Beatriz Cardozo Arrieta:** Ingeniera de Materiales, Especialista en Gestión ambiental, Magíster(c) en Ciencias ambientales. Directora Laboratorios. Universidad Autónoma del Caribe. bcardozo@uac.edu.co
- **Armando Robledo Acosta:** Ingeniero Mecánico, Especialista en Gerencia de producciones y operaciones, Magíster en Ingeniería Mecánica, Doctor en Ciencias, mención: gerencia. Decano Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma del Caribe. arobledo@uac.edu.co
- **María Rita Concepción García:** Trabaja en el Instituto de Investigación en Educación de la Vicerrectoría de Docencia. Coordinadora de formación docente. Asesora de gestión curricular y procesos académicos. Docente investigadora en la temática de Gestión curricular universitaria, basada en criterios de sostenibilidad de los servicios informáticos para la docencia. Sostenibilidad curricular. Universidad Autónoma del Caribe. rconcepcion@uac.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)