

**Buenas**  
**Prácticas**  
de  
**Assessment**  
en  
Programas  
de  
**Ingeniería**



---

**Buenas prácticas de  
*assessment* en programas  
de ingeniería**

---

**2020**



Carrera 68D 25B 86 oficina 205  
Edificio Torre Central, Bogotá D.C., Colombia  
PBX: + 57(1) 427 3065  
acofi@acofi.edu.co www.acofi.edu.co



Km.5 Vía Puerto Colombia  
Barranquilla, Colombia  
División de Ingenierías  
www.uninorte.edu.co

## **Consejo Directivo ACOFI 2018 – 2020**

### **Presidente**

Carlos Arturo Lozano Moncada

Universidad del Valle, Santiago de Cali

### **Vicepresidente**

Roberto Carlos Hincapié Reyes

Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín

### **Consejeros**

Jesús Francisco Vargas Bonilla, Consejero.

Miguel Ángel García Bolaños, Consejero.

Fairuz Ospino Valdiris, Consejera.

Eduardo Delio Gómez López, Consejero.

Javier Páez Saavedra, Consejero.

Johann Farith Petit Suárez, Consejero.

Claudio Camilo González Clavijo, Consejero.

María Alejandra Guzmán Pardo, Consejera.

Juan Estebán Tibaquirá, Consejero.

Universidad de Antioquia, Medellín

Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias

Universidad de la Costa, Barranquilla

Universidad de Nariño, San Juan de Pasto

Universidad del Norte, Barranquilla

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira

### **Editores**

Amparo Camacho Díaz

Directora Académica, División de Ingeniería

Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia

Luis Alberto González Araujo

Director Ejecutivo

ACOFI, Bogotá, D.C., Colombia

### **Revisión de estilo**

Isabel Cristina Salazar Perdomo

ISBN: 978-958-680-087-7

Mayo de 2020

Impreso en Colombia

Diseño e impresión

Opciones Gráficas Editores Ltda.

Tels: 51 (1) 237 2023 - 57 (1) 247 5854 Bogotá D.C., Colombia

www.opcionesgraficas.com

Las opiniones expresadas en este libro no son necesariamente las de ACOFI o de la Universidad del Norte.

---

# Contenido

---

**Presentación ..... 7**

**1 Incentivar el aprendizaje significativo con el uso de tutores virtuales ..... 9**

*Garis Coronell, María Calle y Boris Goenaga*  
Universidad del Norte, Barranquilla

**2 Proceso actualización de rúbricas de evaluación para la transición de resultados de aprendizaje ABET 2018 del Programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad de los Andes ..... 19**

*Juan M. Cordovez, Camila Botero*  
Universidad de los Andes, Bogotá

**3 Experiencias en la evaluación de los aprendizajes en un proyecto transversal en ingeniería electrónica ..... 37**

*Alexánder Martínez Álvarez, María Cristina Fernández López y Eugenio Tamura Morimitsu*  
Pontificia Universidad Javeriana, Cali

**4 Assessment: una metodología de calidad para procesos curriculares en programas de ingeniería ..... 53**

*Luz Marina Patiño, Corporación Universitaria Unitec, Bogotá y Alveiro Rosado, Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña*

**5 Evaluación de resultados de estudiantes de ingeniería industrial de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali: comparación entre los modelos A-K y 1-7 ..... 63**

*Jorge Francisco Estela Uribe*  
Pontificia Universidad Javeriana, Cali

<b>6</b>	<b>El resultado 7 de ABET y la importancia de las asociaciones y pasantías profesionales .....</b>	<b>73</b>
	<i>Andrés Fernando Guzmán Guerrero</i> Universidad del Norte, Barranquilla	
<b>7</b>	<b>Hacia la Acreditación Internacional ABET: desafíos en una universidad pública de Colombia* .....</b>	<b>85</b>
	<i>Eduardo Sánchez Tuirán y Mónica Ospino Pinedo</i> Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias	
<b>8</b>	<b>En el ITSA, evaluemos con rúbricas: importancia de la implementación de rúbricas para el fortalecimiento de la evaluación en una formación basada en competencias.....</b>	<b>99</b>
	<i>Yolanda Inés Muñoz Adárraga</i> Institución Universitaria ITSA, Barranquilla	

---

# Presentación

---

Con esta segunda publicación de “Buenas prácticas de assessment en ingeniería”, la División de Ingeniería de la Universidad del Norte y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería dan continuidad al ejercicio académico iniciado en el 2018 con la realización del Primer Simposio de Buenas Prácticas de *Assessment* en Programas de Ingeniería, que tuvo como objetivo compartir tales evidencias con esta comunidad para enriquecer el desempeño educativo en la formación de profesionales idóneos. Este evento permitió mostrarles a las escuelas de ingeniería del país, particularmente a sus profesores y directivos, las prácticas educativas de las aulas de clases, y en cuanto a los programas académicos, darles a conocer lo que se ha denominado como proceso de assessment, para demostrar su significado en la academia y su contribución directa a la calidad de la educación en los programas de ingeniería.

Por medio del segundo simposio se empieza a consolidar en la comunidad académica de ingeniería el real significado del proceso *assessment* y el entendimiento del papel que cumple en la educación de los estudiantes de ingeniería. Así mismo, se desvirtúa el mito que lo relaciona únicamente con procesos de acreditación internacional.

Es decir, los dos simposios se han constituido en la base para la elaboración de ambas publicaciones. La primera se centró en experiencias y proyectos realizados en escuelas de ingeniería de reconocidas universidades colombianas, la mayoría de ellos basados en la experiencia de acreditación internacional.

La segunda publicación continúa exponiendo proyectos de programas, algunos relacionados con la acreditación internacional y experiencias de aula que dan cuenta de una concepción del *assessment* como el proceso que posibilita el entendimiento e interpretación adecuada de los resultados de aprendizaje, a partir de evidencias e información pertinente para el logro de una educación de calidad.

La División de Ingenierías de la Universidad del Norte y ACOFI se complacen en llevarle a la comunidad académica de ingeniería del país esta segunda versión de “Buenas prácticas de *assessment* en ingeniería”, en la cual se congregan escuelas de ingeniería de diversas regiones de Colombia, en torno a un objetivo común: compartir aprendizajes y conocimientos para brindar una educación de calidad. Esta publicación ratifica el compromiso con la excelencia en las facultades, escuelas y programas de ingeniería.

Les agradecemos a los autores su generosidad y dedicación para hacer posible esta publicación.

**Amparo Camacho Díaz**

Directora Académica División de Ingenierías  
Universidad del Norte

**Luis Alberto González Araujo**

Director Ejecutivo  
Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería

---

# Incentivar el aprendizaje significativo con el uso de tutores virtuales

---

*Garis Coronell, María Calle y Boris Goenaga  
Universidad del Norte, Barranquilla*

## **Resumen—**

El curso de Topografía y Geoinformación es de carácter básico profesional y obligatorio para estudiantes de tercer semestre de Ingeniería Civil. En esta asignatura los estudiantes toman datos de la superficie terrestre a partir de mediciones del terreno, calculan parámetros geométricos (coordenadas, longitudes, áreas, volúmenes, ángulos y pendientes) y hacen representaciones gráficas con planos o mapas. El curso es esencial para otras asignaturas del plan académico y registra una alta tasa de pérdidas y retiros (35 %). Adicionalmente, los profesores han identificado que un alto porcentaje de los estudiantes presentan falencias en conceptos de geometría y trigonometría, necesarios para la construcción del nuevo conocimiento teniendo en cuenta la teoría del aprendizaje significativo. Para subsanar estos prerrequisitos, los profesores incluyeron el uso de tutores virtuales. Los resultados obtenidos con esta intervención sugieren que los estudiantes mejoraron su desempeño en los temas propios del curso.

## **Abstract—**

Surveying and Geoinformation is a basic professional course and compulsory for third semester students of Civil Engineering. The students learn about take data



from the earth's surface from land measurements, calculate geometric parameters (coordinates, lengths, areas, volumes, angles and slopes) and create maps. The course is essential for other subjects of the academic plan and records a high rate of losses and withdrawals (35%). Additionally, professors have identified that a high percentage of students have lack in concepts of geometry and trigonometry necessary for the construction of new knowledge taking into account the theory of meaningful learning. To remedy these prerequisites, teachers included the use of virtual tutors. The results obtained with this intervention suggest that the students improved their performance.

## I. Introducción

De acuerdo con la teoría del aprendizaje significativo, los estudiantes pueden relacionar nuevos contenidos con temas aprendidos antes, usando esto como puente en su proceso cognitivo [1]. Partiendo de la teoría de Ausubel et al.[2], sobre la importancia del conocimiento previo para el aprendizaje significativo, la adquisición de nuevos saberes y el reconocimiento de las deficiencias de los estudiantes, los profesores del curso de Topografía y Geoinformación proponen la implementación de estrategias pedagógicas orientadas a reforzar los conocimientos de geometría y trigonometría, básicos para aplicar la temática de la asignatura. Varias de las actividades evaluativas (formativas y sumativas) del curso se toman para la medición del resultado de aprendizaje definido por ABET como la capacidad de aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería, que ha sido identificada como una de las habilidades que los estudiantes del programa deben ir adquiriendo en su progreso académico.

Los principales problemas que tienen los docentes al diseñar un material que trate temas prerrequisito radican en la disyuntiva de revisar los conceptos más importantes sin necesidad de sacrificar tiempo importante de la asignatura y sin descuidar a los estudiantes bien preparados [3] Mustoe [4] expone que los cursos básicos deben estar relacionados con los de la carrera profesional. En su investigación se centra en la enseñanza de las matemáticas ilustrando un problema que se ha vuelto común en la mayoría de las universidades: los cursos de matemáticas son un mundo aparte donde el estudiante debe ver una serie de conceptos sin que previamente se le indique cuál es la importancia de dicho concepto en su vida profesional. Por esto, cuando llegan a cursos superiores se les dificulta establecer una relación entre los conceptos previamente adquiridos y la temática dada. Con base en lo expuesto anteriormente, es claro que debe



existir una relación estrecha entre los cursos básicos de ingeniería y los cursos profesionales. Se requiere cimentar el conocimiento de una nueva asignatura en conceptos previos sólidos, donde el estudiante logre relacionar los elementos básicos en la solución de problemas de mayor complejidad, propios de cursos más avanzados. En el diseño de estrategias para mejorar estos aspectos, la mayor limitante es el tiempo; por tal motivo, se propone una herramienta virtual para que los estudiantes de topografía puedan practicar y desarrollar los conocimientos previos en geometría y trigonometría en su propio tiempo y de forma autónoma. Hauk & Segalla [5] y Larkin & Chabay [6] discuten las bondades del uso de herramientas web y plataformas digitales para el desarrollo de tareas, evaluaciones y actividades adicionales al contenido de diferentes asignaturas. Los autores indican que estas herramientas virtuales facilitan la labor en el aula, ya que el estudiante se apodera de los conceptos mediante el estudio a su ritmo.

Este artículo presenta una experiencia de la aplicación de tutores virtuales de Khan Academy [7] en el curso de Topografía y Geoinformación para reforzar conocimientos previos, mejorar el aprendizaje de nuevo conocimiento y el desempeño académico de los estudiantes.

## II. Metodología

La investigación realizada es de tipo experimental y cuantitativo, con datos recopilados directamente en las evaluaciones realizadas en la población de estudiantes que tomaron el curso en el segundo semestre de 2018 del tercer semestre del Programa de Ingeniería Civil.

La intervención pedagógica se desarrolló en las etapas que se describen a continuación:

### A. Evaluación de conocimientos previos

Los profesores aplicaron esta evaluación durante la primera semana de clases con el fin de revisar el conocimiento de los estudiantes de estos temas básicos al inicio del curso. Los resultados les permitieron al profesor y a los estudiantes identificar los temas que deberían ser reforzados, ya que son requeridos en el desarrollo de la asignatura. Esta evaluación fue formativa y no se tuvo en cuenta en la calificación del curso.

### B. Tutor virtual

El profesor creó un curso en Khan Academy con temas específicos requeridos por los estudiantes. Cada estudiante debía hacer énfasis



en aquellos que le representarían mayor dificultad y trabajarlos durante las semanas dos y tres del semestre. También debía revisar la información en tiempo adicional a la clase. Los temas de geometría y trigonometría incluidos en el tutorial son: propiedades de los ángulos, polígonos, plano cartesiano, áreas, volúmenes, teorema de Pitágoras, introducción a la geometría euclidiana y las funciones e identidades trigonométricas.

### ***C. Evaluaciones sumativas***

Las evaluaciones de esta etapa metodológica se tuvieron en cuenta para el promedio de la asignatura.

Evaluación de conocimientos previos 2: durante la cuarta semana de clases, los profesores evaluaron los conocimientos previos (geometría y trigonometría) con una nueva versión de la evaluación aplicada la primera semana. Esto se hizo después de que los estudiantes revisaron los contenidos del tutor virtual.

Evaluación del conocimiento construido: en las evaluaciones parciales realizadas durante el semestre se incluyeron ejercicios en los cuales los estudiantes debían aplicar el conocimiento previo para dar solución a problemas de topografía. Esto se trabajó específicamente en el primer parcial (sexta semana de clases) y en el examen final.

### ***D. Retroalimentación por parte del profesor***

Posterior a cada una de las actividades de evaluación, los estudiantes recibían retroalimentación del trabajo realizado, durante la clase o de forma personalizada en horario de atención, con el fin de identificar errores y complementar las deficiencias persistentes en cada caso; sin embargo, el éxito de la implementación de estas estrategias pedagógicas depende del compromiso y tiempo dedicado por el estudiante por tratarse principalmente de trabajo independiente.

## **III. Resultados**

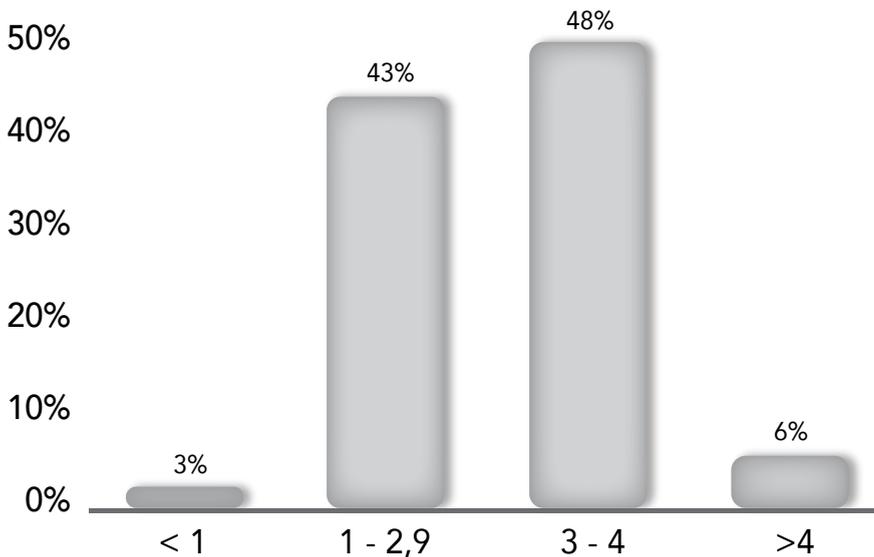
Se compararon los resultados de las evaluaciones de conocimientos previos de geometría y trigonometría realizadas la primera y la cuarta semanas de clases. La muestra utilizada para comparar los resultados obtenidos fue de 150 estudiantes y los valores promedio obtenidos se presentan en la tabla 1.

**TABLA 1** Resultados promedio en prueba de conocimientos previos

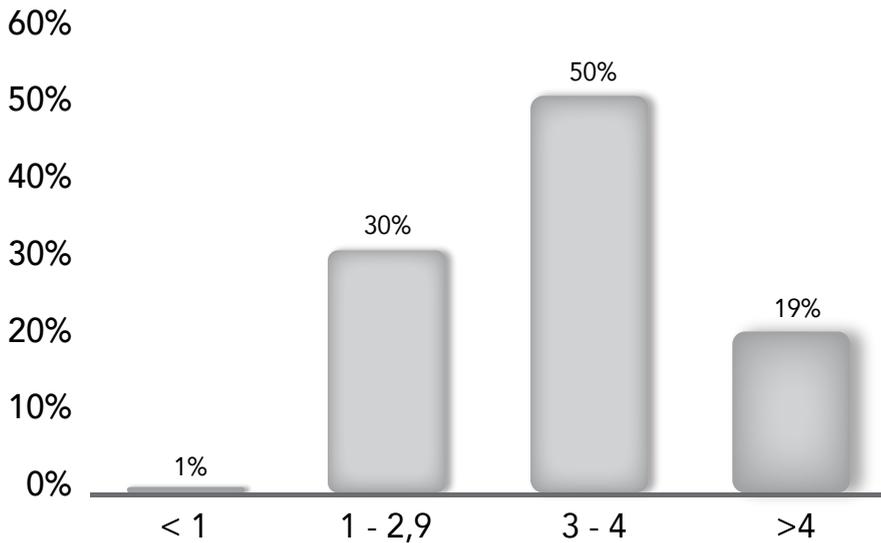
Grupo	# Indiv.	ECP1	ECP2	ECP2 vs ECP1	Valor P
Global	150	2.8	3.3	15.8%	W (0.000)

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de los datos obtenidos se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov–Smirnov a las calificaciones obtenidas por los estudiantes en ambos test, lo que arrojó que los datos no corresponden a una muestra normal. A partir de esto, se realizó una prueba de hipótesis con el test de Wilcoxon para evaluar si existen diferencias significativas entre los resultados del examen de conocimientos previos 1 y 2 con un nivel de confianza del 95 %. Según el estadístico de Wilcoxon obtenido (0,00), se considera que sí existen diferencias significativas entre los datos obtenidos en ambas pruebas, con una media en la segunda evaluación que supera en 15,8 % a la inicial. Las figuras 1 y 2 muestran el desempeño de los estudiantes en la evaluación de conocimientos previos 1 y 2. Se observa que en la evaluación de inicio de semestre menos del 50 % de los estudiantes obtuvieron notas de 3,0 en adelante, mientras que cerca del 70 % de los estudiantes ganaron la evaluación realizada después de la intervención.

**Fig. 1.** Desempeño en la evaluación de conocimientos previos al inicio del curso

Fuente: Elaboración propia



**Fig. 2.** Desempeño en la evaluación de conocimientos previos posterior a la intervención

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, se analizaron los avances de los estudiantes en la temática propia del curso, es decir, el conocimiento construido (nuevo) a partir de las bases del conocimiento previo. En esta dimensión del análisis, los estudiantes aplicaban trigonometría y geometría para solucionar problemas de topografía. La muestra en este análisis fue de 140 estudiantes y se aplicaron los mismos estadísticos descriptivos del apartado anterior. Aunque en este caso se tiene una media del examen final superior al primer parcial en 3,8 %, de acuerdo con el test de Wilcoxon (0,344) no hay diferencias significativas en los resultados obtenidos.

## IV. Conclusiones

El balance general de la intervención realizada se considera positivo, ya que en la evaluación de conocimientos previos se obtuvo una mejora significativa y un mejor desempeño en evaluaciones del nuevo conocimiento, en los cuales el estudiante debía aplicar los conceptos básicos de geometría y trigonometría para solucionar problemas de topografía. Esto sugiere la necesidad de incorporar al curso en los próximos semestres esta u otra estrategia que permita reforzar los conocimientos del estudiante que inicia la asignatura. Esto debe trabajarse de manera paralela al inicio del curso con el fin de no afectar contenidos y tiempos establecidos, pero requiere implementar seguimientos más efectivos



por parte del profesor. De igual manera, se recomienda realizar pruebas diagnósticas al inicio del curso para sensibilizar al estudiante sobre las necesidades de reforzar algunos saberes, y que asuma la responsabilidad en su proceso de aprendizaje. En fases posteriores se podrían analizar los resultados de las actividades de evaluación a la luz del criterio A de ABET en el curso, para identificar el efecto y la evolución del estudiante en la aplicación de conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería. Adicionalmente, buscar el acompañamiento de las unidades encargadas de apoyar el desempeño académico de los estudiantes dentro de la universidad y revisar con los profesores del área de matemáticas y física la posibilidad de introducir cursos nivelatorios.

## Referencias

- [1] R. E. Mayer, «Rote Versus Meaningful Learning», *Theory Into Practice*, vol. 41, n.º 4, pp. 226-232, nov. 2002, doi: 10.1207/s15430421tip4104\_4.
- [2] D. P. Ausubel, J. D. Novak, y H. Hanesian, *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart y Winston, 1978.
- [3] R. Levy, M. Shearer, y P. Taylor, «Automated Review of Prerequisite Material for Intermediate-Level Undergraduate Mathematics», *PRIMUS*, vol. 17, n.º 2, pp. 167-180, may 2007, doi: 10.1080/10511970601131555.
- [4] L. Mustoe, «The Mathematics Background of Undergraduate Engineers», *The International Journal of Electrical Engineering & Education*, vol. 39, n.º 3, pp. 192-200, jul. 2002, doi: 10.7227/IJEEE.39.3.2.
- [5] S. Hauk y A. Segalla, «Student Perceptions of the Web-Based Homework Program WeBWorK in Moderate Enrollment College Algebra Classes», *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, vol. 24, n.º 3, pp. 229-253, 2005.
- [6] J. H. Larkin y R. W. Chabay, *Computer-Assisted Instruction and Intelligent Tutoring Systems: Shared Goals and Complementary Approaches*. Technology in Education Series. Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 1992.
- [7] «Khan Academy», Khan Academy. [En línea]. Disponible en <http://es.khanacademy.org>. [Accedido: 04-oct-2018].



### **Garis Coronell**

Universidad del Norte

*Docente tiempo completo*

*Departamento de Ingeniería Civil  
y ambiental*

Ingeniera Civil, Especialización en Análisis y Gestión Ambiental y Maestría en Ingeniería Civil Tránsito, Vías y Transporte de la Universidad del Norte.

Se destacan sus investigaciones en Estandarización y Acreditación Bajo la Norma Ntc Iso Iec 17025 de Ensayos para Análisis y Evaluación de Resistencia de Concretos y de Calidad de Aguas como Componente de Concretos en los Laboratorios Adscritos al Departamento de Ingeniería Civil y – Coinvestigadora. Análisis de los Factores Clave de la Competitividad para la Construcción de un Nuevo Modelo de Territorio Inteligente en la Región Caribe y Santanderes – Coinvestigadora.

### **María Calle**

Universidad del Norte

*Docente tiempo completo*

*Departamento de Ingeniería  
Eléctrica y Electrónica*

Ingeniera Electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana. Especialización en Redes de Computadores - Universidad

del Norte. Master of Science in Telecommunications y Doctorado en Information Science, Major in Telecommunications - University of Pittsburgh.

En su vida académica ha participado en múltiples artículos e investigaciones, entre las que se destacan: Peer Review of Translation of Nesc Handbook – Coinvestigador; Assessment of Oral Communication in Senior Engineering Students - (2019); Meaningful Learning Through Virtual Tutors: a Case Study - (2019); Historical Load Balance in Distribution Systems Using the Branch and Bound Algorithm - (2019); Assessing the Level of Physical Activity in the Workplace: a Case Study with Wearable Technology - (2019). Monitoreo del Estrés Estudiantil Durante la Realización de un Examen Académico: Caso de Estudio Utilizando Dispositivos Wearables - (2018). Fue Becaria Fulbright - Comisión Fulbright.

### **Boris Goenaga**

Universidad del Norte

*Docente tiempo completo*

*Departamento de Ingeniería Civil  
y ambiental*

Ingeniero Civil y Magister en Ingeniería Civil con énfasis en



Tránsito, Vías y Transporte de la  
Universidad del Norte.

Ha trabajado en la Alcaldía  
de Barranquilla en el área de  
Transporte. En la Universidad del  
Norte, profesor de asignaturas  
de pregrado asociadas a su  
formación, tutor y ha escrito  
artículos relacionados con el área  
de tránsito y transporte.



---

# Proceso actualización de rúbricas de evaluación para la transición de resultados de aprendizaje ABET 2018 del Programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad de los Andes

---

*Juan M. Cordovez y Camila Botero  
Universidad de los Andes, Bogotá*

## **Resumen—**

En este documento se presenta el proceso de transición entre modelos de resultados de aprendizaje ABET para el programa de pregrado de Ingeniería Biomédica del Departamento de Ingeniería Biomédica de la Universidad de los Andes. Se expone la comparación entre modelos de resultados de aprendizaje, el proceso de transición en cuanto a la distribución de los resultados de aprendizaje entre los cursos que forman parte del sistema de calidad interno del programa y la metodología de transición utilizada para la generación de rúbricas según el nuevo modelo. Finalmente, se incluye un ejemplo concreto del resultado de aprendizaje [1] y algunas observaciones y reflexiones sobre el proceso de transición.



## Abstract—

This document presents the transition process between models of ABET student outcomes for the Biomedical Engineering undergraduate program of the Department of Biomedical Engineering of the Universidad de los Andes. The comparison between models of student outcomes, the transition process regarding the distribution of student outcomes among the courses that are part of the internal quality system of the program, and the transition methodology used for the generation of rubrics, is presented. Finally, a concrete example of the student outcome 1 and some observations and reflections on the transition process are shared.

## I. Introducción

El presente documento expone generalidades alrededor de la transición al nuevo modelo de resultados de aprendizaje de la Comisión de Acreditación de Ingeniería ABET y la metodología que se llevó a cabo para la construcción de las nuevas rubricas de evaluación y la distribución de los nuevos resultados de aprendizaje en el Programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad de los Andes.

Antes de entrar en detalle, es relevante hacer una breve introducción al programa y una recopilación sucinta del proceso de acreditación ABET. En 2011 se creó el Programa de Ingeniería Biomédica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes (BME Uniandes) alineado con la estructura general de los otros ocho programas existentes. En la actualidad, el programa BME consta de 134 créditos académicos distribuidos en un plan de estudios de ocho semestres. A enero de 2020, hay 584 estudiantes matriculados en el pregrado y 264 graduados.

En agosto de 2018, el programa BME Uniandes fue acreditado por ABET por primera vez. Aunque el programa y su sistema de calidad interno son relativamente recientes, Uniandes entiende la calidad de su programa como un atributo que debe ser monitoreado de manera sistemática, de modo que garantice una educación de calidad para nuestros estudiantes, y un ejercicio consciente y constante de mejoramiento continuo.

En octubre de 2017 la Comisión de Acreditación de Ingeniería hizo pública la decisión de un emplear un nuevo modelo de resultados de



aprendizaje (*Student Outcomes*, en inglés), con lo cual se remplazaba el modelo que estaba en rigor desde el 2000. Debido a que el cambio se publicó en 2017 y el sistema de calidad interno de BME Uniandes había sido diseñado con base al anterior modelo, no fue sino hasta 2019 cuando se empezó a trabajar en la transición hacia el nuevo modelo de resultados de aprendizaje que entró en vigor el primer semestre de 2020. El modelo anterior consta de once (11) resultados de aprendizaje enlistados de la A a la K, mientras que el actual modelo (2017) propone siete (7) resultados de aprendizaje numerados del 1 al 7. La tabla a continuación (tabla 1) permite visualizar las nuevas definiciones en contraste con las anteriores [1].

**TABLA 1.** Relación entre modelo de resultados de aprendizaje anterior y actual

Guía de cambios según ABET	Modelo actual (2017–hoy)	Modelo anterior (2000–2017)
<b>1 = A + E + k</b>	1. An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.	A. An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering. E. An ability to identify, formulate, and solve engineering problems. K. An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.
<b>2 = C + k</b>	2. An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.	C. An ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability. K. An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.
<b>3 = G</b>	3. An ability to communicate effectively with a range of audiences.	G. An ability to communicate effectively.
<b>4 = F + H + J</b>	4. An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts.	F. An understanding of professional and ethical responsibility. H. The broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context. J. A knowledge of contemporary issues



Guía de cambios según ABET	Modelo actual (2017–hoy)	Modelo anterior (2000–2017)
<b>5 = D</b>	5. An ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives.	D. An ability to function on multidisciplinary teams.
<b>6 = B + k</b>	6. An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.	B. An ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data. K. An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice
<b>7 = I</b>	7. An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.	I. A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning.

Fuente: Elaboración propia

## II. Proceso de actualización de la matriz de cursos vs. Resultados de aprendizaje

Para la transición de resultados de aprendizaje en el sistema de calidad del Departamento de Ingeniería Biomédica de Uniandes se convocó al comité ABET, conformado por los profesores de planta del departamento, incluido el director del programa, la coordinación académica y la coordinación estratégica. Durante las sesiones los profesores conocieron el nuevo modelo de resultados de aprendizaje y las equivalencias o semejanzas entre los modelos. En la tabla 2 se representa la distribución de puntos de medición de los resultados aprendizaje en los cursos según el modelo anterior. En la tabla 2, la nomenclatura D indica los puntos de medición para el desarrollo de la habilidad o resultado de aprendizaje, mientras que la nomenclatura E indica puntos de medición para la evaluación de la habilidad. La diferencia es importante ya que los puntos de desarrollo permiten contar con una trazabilidad del proceso de los estudiantes, y los momentos de evaluación que se concentran al final del plan de estudios son los puntos que permiten evaluar si el programa logra desarrollar las habilidades en el momento de la graduación de los estudiantes.





Teniendo en cuenta las equivalencias entre los modelos de resultados de aprendizaje, como primer acercamiento a la transición, se construyó la tabla 3, la cual no altera la distribución de los resultados de aprendizaje entre los cursos, pero los resultados de aprendizaje son reemplazados por sus nuevos equivalentes (ver equivalencias en Tabla 1).

**TABLA 3.** Traducción literal de la matriz cursos vs. nuevos resultados de aprendizaje 2017-2019

	Introducción to BME	Quant. Physiology BME I	Quant. Physiology BME II	Scientific Programming	Biomaterials	Biological Transport Phenomena	Biomechanics	Biomed. System Modelling & Simulation	Exp. Design and biostatistics	Signals and Instrumentation	Medical Image Analysis	PD1	PD2
<b>1</b>				D	D	E		D/E		E	D/E		6
<b>2</b>	D						D					E	E 4
<b>3</b>						D		D				D/E	D/E 4
<b>4</b>	D		D				D			D		D/E	E 6
<b>5</b>	D											D/E	D/E 3
<b>6</b>		D							D/E				2
<b>7</b>	D	D										D	E 4
	4	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	5	5 29

Fuente: Elaboración propia



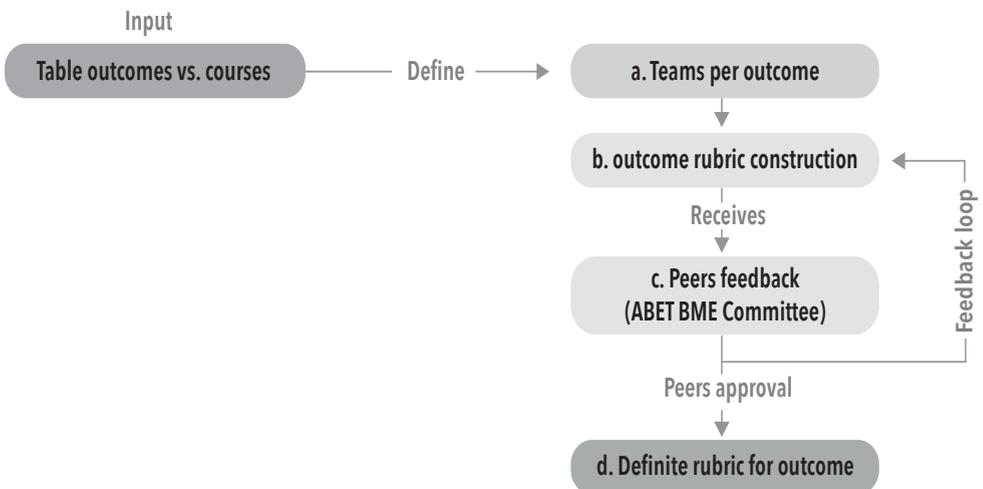


### III. Proceso de actualización de rúbricas

Una vez definida la matriz entre cursos y los nuevos resultados de aprendizaje, los profesores de planta del departamento llevaron a cabo un ejercicio para la construcción de las nuevas rúbricas de evaluación, que debe involucrar a todos los profesores y realizarse a consciencia, debido a la importancia que tienen las rúbricas en el sistema de calidad interno. Las rúbricas son el punto en el que el desempeño de un estudiante se convierte no en una nota para él, sino en un indicador de calidad para el programa. Por lo tanto, se desarrolló la siguiente metodología para llevar a cabo esta tarea de manera apropiada.

#### 3.1. Metodología paso a paso

La metodología utilizada para la elaboración y aprobación de las rúbricas se expone en la figura 1. Posteriormente, se hace una descripción breve de cada paso del proceso.



**Figura 1.** Metodología para la transición de rúbricas de resultados de aprendizaje

Fuente: Elaboración propia

#### a. Conformación de los equipos por resultado de aprendizaje

En la matriz entre cursos y resultados de aprendizaje (tabla 4) es evidente qué cursos están involucrados de manera directa con cada habilidad por desarrollar/evaluar. Por lo tanto, los grupos se conforman a partir de profesores involucrados directamente con el curso.



## **b. Construcción preliminar de rúbricas**

Durante la reunión del comité ABET cada grupo discute y construye un borrador de la rúbrica del resultado de aprendizaje, utilizando como base las rúbricas del modelo anterior, lo cual facilita el proceso de transición. Además, debido a la experiencia que tienen los docentes con las rúbricas, ya han identificado las fortalezas, debilidades y limitación de aplicación de cada una de ellas. De esta manera, el ejercicio permite crear rúbricas que fortalecen el proceso de mejora continua del sistema de calidad.

## **c. Coevaluación de los borradores de las rúbricas**

Una vez terminada la construcción preliminar de las rúbricas, cada equipo responsable de la rúbrica de uno de los resultados de aprendizaje expone ante el comité el proceso de construcción y las decisiones tomadas en torno a ella. Todos los profesores tienen la oportunidad de intervenir en la construcción y creación de las rúbricas. Entonces, cada equipo recibe retroalimentación para tener en cuenta en la construcción de la rúbrica definitiva y se itera en el proceso hasta llegar a un consenso una a una.

## **3.2. Caso de la rúbrica de resultado de aprendizaje 1**

El resultado de aprendizaje 1 es una ingeniosa y sensata combinación de tres aspectos que antes se medían por separado y ahora se observan aplicadas a la solución de problemas. Se trata de: 1) la habilidad de aplicar principios de matemáticas (a, tabla 5), 2); la habilidad de resolver problemas de ingeniería complejos (e, tabla 6), y 3) el uso de destrezas y herramientas propias de la ingeniería (k, tabla 7). El nuevo resultado de aprendizaje 1 reconoce que la identificación y formulación de los problemas de ingeniería siempre pasa por aplicar principios de matemáticas y la solución requiere herramientas y destrezas. De esta manera, una sola rúbrica que mida estos tres aspectos trabajando juntos parece una propuesta interesante.

En este sentido reconocemos que los proyectos de los cursos, donde los estudiantes se enfrentan a problemas complejos y siguen la secuencia identificar, formular, resolver, son el escenario perfecto para evaluar la destreza de los estudiantes en la resolución de problemas complejos en ingeniería.



La clave del nuevo resultado de aprendizaje 1 es que permite desglosar la solución de problemas en etapas: 1) identificación, 2) formulación y 3) solución. En cada una de las etapas es posible encontrar los aspectos más relevantes que permiten establecer la destreza del estudiante.

**TABLA 5.** Rúbrica resultado de aprendizaje A (an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering.) Versión: febrero de 2016

Performance Levels	ASPECTS		
	1. Mathematical principles	2. Mathematical models	3. Scientific and Engineering principles
<b>1. Novice</b>	The student is not able to identify a math approach to solve the resulting system of equations. The student does not apply adequately mathematical principles according to the selected approach	The student is not able to translate a biological problem into the language of mathematics.	The student is not able to identify the scientific and engineering principles that describe a biomedical problem. The student does not apply adequately engineering tools to approach to a solution for the problem
<b>2. Apprentice</b>	The student is able to identify a math approach to solve the resulting system of equations but fails to apply relevant mathematical principles according to the selected approach	The student is able to translate a biological problem into the language of mathematics but fails to find a solution for the model	The student is able to identify the scientific and engineering principles that describe a biomedical problem. The student does not apply adequately engineering tools to approach to a solution for the problem
<b>3. Proficient</b>	The student is able to identify a math approach to solve the resulting system of equations and applies relevant mathematical principles according to the selected approach; however, fails to reach an adequate solution that represents the physical situation	The student is able to translate a biological problem into the language of mathematics and finds a solution for the model but fails to acknowledge that the solution is not valid for the biological problem under study	The student is able to identify the scientific and engineering principles that describe the problem and applies relevant engineering tools according to the selected approach; however, fails to reach an adequate solution that represents the physical situation



Performance Levels	ASPECTS		
	1. Mathematical principles	2. Mathematical models	3. Scientific and Engineering principles
4. Exemplar	The student is able to identify a math approach to solve the resulting system of equations and applies relevant mathematical principles according to the selected approach. Additionally, finds an adequate solution that represents the physical situation	The student is able to translate a biological problem into the language of mathematics and finds a solution for the model. Additionally, is capable of testing the model and even proposing further improvements to it	The student is able to identify the scientific and engineering principles that describe the problem and applies relevant engineering tools according to the selected approach. Additionally, finds an adequate solution to the problem

**TABLA 6.** Rúbrica resultado de aprendizaje E (an ability to identify, formulate, and solve engineering problems) Versión: febrero de 2016

Performance Levels	ASPECTS	
	1. Define and formulate	2. Solve
1. Novice	The student does not identify the engineering principles, the parameters and the critical variables relevant to formulate adequately the problem. The problem formulation is not detailed, and limitations are not identified.	The student does not use engineering skills to develop, describe and propose solutions to the problem identified. There is no evidence of the evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem.
2. Apprentice	The student identifies the engineering principles, the parameters and the critical variables relevant to formulate adequately the problem. However, the problem formulation is not detailed, and limitations are not identified.	The student uses engineering skills to develop, describe and propose solutions to the problem identified. However, there is no evidence of the evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem.
3. Proficient	The student identifies the engineering principles, the parameters and the critical variables relevant to formulate adequately the problem. Models formulation is consistent with the problem approach. However, limitations are not identified.	The student uses engineering skills to develop, describe and propose solutions to the problem identified. However, there is a limited evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem.
4. Exemplar	The student identifies the engineering principles, the parameters and the critical variables relevant to formulate adequately the problem. Models formulation is consistent with the problem approach. Limitations are well identified and understood.	he student uses engineering skills to develop, describe and propose solutions to the problem identified. The evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem is adequate.



**TABLA 7.** Rúbrica resultado de aprendizaje K (an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice) Versión: febrero de 2016

Performance Levels	ASPECTS	
	1, Techniques and skills (hardware: experimental part)	2, Engineering tools (software: tools for analysing data)
<b>1. Novice</b>	The student does not use proper instruments (optical, chemical, electrical / electronic, mechanical, etc.) for measurements as part of a design project.	The student does not integrate or use computer / software1tools in the development of projects and laboratories.
<b>2. Apprentice</b>	The student uses appropriate instruments (optical, chemical, electrical / electronic, mechanical, etc.) for measurements as part of a design project. However, there is no recognition of the measurement technique, the error associated and the range of applicability.	he student integrates and uses computer/ software1tools in the development of projects and laboratories. The simulations obtained allow the understanding of the proposed solution. However, data processing and analysis of the results is wrong.
<b>3. Proficient</b>	The student uses appropriate instruments (optical, chemical, electrical / electronic, mechanical, etc.) for measurements as part of a design project. However, there is a limited recognition of the measurement technique, the error associated and the range of applicability.	The student integrates and uses computer/ software1tools in the development of projects and laboratories. The simulations obtained allow the understanding of the proposed solution. Data processing is adequate. However, analysis of the results and conclusions are limited.
<b>4. Exemplar</b>	The student uses appropriate instruments (optical, chemical, electrical / electronic, mechanical, etc.) for measurements as part of a design project. In addition, there is a complete recognition of the measurement technique, the error associated and the range of applicability.	The student integrates and uses computer/ software1tools in the development of projects and laboratories. The simulations obtained allow the understanding of the proposed solution. Data processing, analysis of the results and conclusions are adequate.

La rúbrica desarrollada para el resultado de aprendizaje 1 mantuvo muchos de los elementos de las anteriores rúbricas A (tabla 5), E (tabla 6) y K (tabla 7). Como se describió anteriormente, la solución adecuada de problemas se parte en tres etapas:

- 1) Identificación:** en primera instancia, se evalúa la capacidad del estudiante de expresar en palabras el problema, reconocer las dificultades y posibles limitaciones en la solución visualizada, así como los principios fundamentales de la ingeniería (i.e. balance de masa) para incorporar en su planteamiento.



**2) Formulación:** como normalmente de la identificación de un problema resulta la construcción de diagramas, relaciones y determinación de variables y parámetros que requieren un lenguaje matemático, se evalúa la habilidad del estudiante para identificar un constructo matemático que le permita representar el problema. El constructo incluye la correcta identificación de las unidades y la adecuada representación de las variables (i.e variables de estado) y parámetros. Adicionalmente, en esta fase se busca que el estudiante tenga la habilidad de usar el lenguaje matemático y, en particular, su constructo del aspecto anterior, para construir un modelo que se pueda usar en la simulación del problema (poner las expresiones juntas).

**3) Solución:** esta requiere poner a prueba el modelo usado para representar el problema, ya sea un modelo matemático o un prototipo. La habilidad del estudiante para usar las herramientas modernas en la solución del problema, como por ejemplo implementar el modelo en un lenguaje de programación y usar el *software* adecuado para ejecutar el código, son parte de la habilidad de resolver el problema. En la rúbrica el uso de herramientas y las habilidades del estudiante se revisan por separado.

La tabla 8 muestra la rúbrica propuesta para el resultado de aprendizaje 1 y se puede comparar con las rúbricas anteriores para los resultados de aprendizaje A, E y K (tablas 5, 6 y 7).



**TABLA 8.** Rúbrica resultado de aprendizaje 1 (An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics). Versión: febrero de 2020

Performance Levels	ASPECTS				
	1. Identify and define the problem	2. Formulate (mathematical construct)	3. Formulate - mathematical model	4. Solve - skills	5. Solve - tools
<b>1. Novice</b>	The student does not identify the engineering principles, the parameters and the critical variables relevant to formulate adequately the problem. The problem formulation is not detailed and limitations are not identified.	The student is not able to identify a math approach to solve the resulting system of equations. The student does not apply adequately mathematical principles according to the selected approach.	The student is not able to translate a biological problem into the language of mathematics.	The student does not use engineering skills to develop, describe and propose solutions to the problem identified. There is no evidence of the evaluation process of how realistic or applicable it is the solution to the original problem.	The student does not use engineering tools to develop, describe and propose solutions to the problem identified. There is no evidence of the evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem.
<b>2. Apprentice</b>	The student identifies the engineering principles, the parameters and the critical variables relevant to formulate adequately the problem. However, the problem formulation is not detailed and limitations are not identified.	The student can identify a math approach to solve the resulting system of equations but fails to apply relevant mathematical principles according to the selected approach.	The student can translate a biological problem into the language of mathematics but fails to find a solution for the model.	The student uses engineering skills to develop, describe and propose solutions to the problem identified. However, there is no evidence of the evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem.	The student uses engineering tools to develop, describe and propose solutions to the problem identified. However, there is no evidence of the evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem.



		<b>ASPECTS</b>				
<b>Performance Levels</b>	<b>1. Identify and define the problem</b>	<b>2. Formulate (mathematical construct)</b>	<b>3. Formulate - mathematical model</b>	<b>4. Solve - skills</b>	<b>5. Solve - tools</b>	
<b>3. Proficient</b>	The student identifies the engineering principles, the parameters and the critical variables relevant to formulate adequately the problem. Models formulation is consistent with the problem approach. However, the limitations are not identified.	The student can identify a math approach to solve the resulting system of equations and applies relevant mathematical principles according to the selected approach; however, it fails to reach an adequate solution that represents the physical situation.	The student can translate a biological problem into the language of mathematics and finds a solution for the model but fails to acknowledge that the solution is not valid for the biological problem under study.	The student uses engineering skills to develop, describe, and propose solutions to the problem identified. However, there is a limited evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem.	The student uses engineering tools to develop, describe and propose solutions to the problem identified. However, there is a limited evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem.	
<b>4. Exemplar</b>	The student identifies the engineering principles, the parameters and the critical variables relevant to formulate adequately the problem. Models formulation is consistent with the problem approach. Limitations are well identified and understood.	The student can identify a math approach to solve the resulting system of equations and applies relevant mathematical principles according to the selected approach. Additionally, it finds an adequate solution that represents the physical situation.	The student can translate a biological problem into the language of mathematics and finds a solution for the model. Additionally, is capable of testing the model and even proposing further improvements to it.	The student uses engineering skills to develop, describe and propose solutions to the problem identified. The evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem is adequate.	The student uses engineering tools to develop, describe and propose solutions to the problem identified. The evaluation process of how realistic or applicable is the solution to the original problem is adequate.	

Fuente: Elaboración propia



## IV. Conclusiones

En el ejercicio de construir las nuevas rubricas se encuentra que los resultados de aprendizaje 1-7 son una elegante presentación de los resultados de aprendizaje A-K con una visión aplicada, de manera que al evaluar las partes permite tener una mejor visión del todo. Dicho en otras palabras, los nuevos resultados de aprendizaje buscan evaluar los mismos aspectos de los anteriores, pero su presentación hace que no se pierda la visión de conjunto y su articulación.

El ejemplo perfecto es el resultado de aprendizaje 1, que reúne elementos de los anteriores A, E y K. El 1 se presenta ahora como la habilidad de resolver problemas complejos, algo muy práctico y aplicado. Determinar si un estudiante es capaz de resolver problemas complejos en ingeniería pasa por la habilidad de identificar el problema, lo que requiere un contexto ingenieril con sus marcos de pensamiento y referencia, y luego la habilidad matemática de expresar el problema en un lenguaje ameno para usarlo como un modelo de la realidad. La solución final requiere habilidades y herramientas que se van modernizando, como sucede con los paquetes de simulación o incluso con los lenguajes de programación. Por lo anterior, el ejercicio de construir las nuevas rúbricas no fue muy demandante en cuanto a tener que construir nuevas dimensiones para evaluar cada aspecto. El ejercicio consistió en adaptar las anteriores rúbricas a los actuales resultados de aprendizaje. Fue muy interesante puesto que mostró una manera más completa de evaluar en el contexto de un ejercicio más grande que requiere partes articuladas.

La forma de trabajo, que incluyó a todos los profesores del programa y se desarrolló con los equipos de los cursos, fue eficiente y enriquecedora. Los profesores se sorprendieron al encontrar que el nuevo sistema de resultados de aprendizaje no es simplemente una versión simplificada del anterior sino un ejercicio concienzudo que trajo a flote los resultados de articular habilidades en el contexto de algo con mayor alcance, como es el caso de la solución de problemas complejos en ingeniería.

Se espera implementar estas matrices durante el primer semestre del año 2020 y revisar en el ejercicio de cierre semestral, a partir de los indicadores, las experiencias de los profesores para ajustar la herramienta. Adicionalmente, se aprovecharán estos cambios para diseñar una nueva



herramienta de apoyo más liviana y amigable, que facilite recopilar las evidencias y hacer más sencilla la evaluación de resultados de aprendizaje en paralelo con las actividades normales de los cursos.

## Referencias

- [1] <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/accreditation-changes/>

**Juan M. Cordovez**

Universidad de los Andes  
*Profesor asociado, director del  
Departamento de Ingeniería  
Biomédica*

Ingeniero Civil y Biólogo de  
la Universidad de los Andes,  
Magíster y Doctorado en  
Ingeniería Biomédica, The  
University of New York at Stony  
Brook.

Director del laboratorio de  
investigación biomatemática  
(BIOMAC) en la Universidad de  
los Andes, profesor asociado y  
actual director del departamento  
de Ingeniería Biomédica.

Sus investigaciones y trabajo  
se encuentran orientados a  
la eco-epidemiología de las  
enfermedades infecciosas,  
el modelado matemático de  
sistemas fisiológicos y en general  
el uso de sistemas dinámicos  
para comprender fenómenos  
biológicos.

**Camila Botero Saffon**

Universidad de los Andes  
*Coordinadora estratégica y  
de relaciones externas del  
Departamento de Ingeniería  
Biomédica*

Administradora de Empresas  
y Licenciada en Artes de la  
Universidad de los Andes.

Actualmente coordinadora  
estratégica y de relaciones  
externas del Departamento  
de Ingeniería Biomédica y  
responsable del sistema de  
calidad interno del Departamento.

---

# Experiencias en la evaluación de los aprendizajes en un proyecto transversal en Ingeniería Electrónica

---

*Alexánder Martínez Álvarez, María Cristina Fernández López  
y Eugenio Tamura Morimitsu  
Pontificia Universidad Javeriana, Cali*

## **Resumen**

Se expone cómo se evalúa una experiencia formativa transversal, con cuatro niveles crecientes de complejidad, que integra diferentes asignaturas a una única propuesta curricular y busca potenciar en los estudiantes la autonomía en el aprendizaje, el trabajo en equipo, las habilidades comunicativas y la aplicación de los contenidos disciplinares en la solución a problemas reales. La articulación con áreas como lenguaje y pedagogía ha permitido la construcción de guías de aprendizaje y rúbricas, utilizadas para orientar y evaluar algunas de las competencias declaradas en el perfil de egreso del programa académico. La sistematización de estos instrumentos permite analizar el impacto de la propuesta y el seguimiento del desarrollo de las habilidades de los estudiantes. Las guías y rúbricas tienen también una alta valoración por parte de los estudiantes como instrumentos que facilitan y generan un mejor ambiente



de enseñanza-aprendizaje, además de espacios de reflexión y pensamiento crítico.

**Palabras claves:** evaluación; transversalidad; enseñanza-aprendizaje; rúbricas.

### **Abstract**

A transversal education experience is exposed, which integrates several subjects in a single curricular proposal with four increasing complexity levels to enhance learning autonomy, teamwork and communication skills, as well as disciplinary learning, by applying them in solutions for real-world problems. The articulation with areas such as Language and Pedagogy has allowed the construction of learning guides and rubrics, which are used to guide and assess some of the competencies declared in the graduation profile of the academic program. The systematization of these instruments allows for analyzing the impact of the proposal and monitoring the development of student skills. The guides and rubrics are also highly valued by students as instruments that facilitate and generate better teaching and learning environment, as well as spaces for reflection and critical thinking.

**Keywords:** assessment; transversal skills; rubrics; teaching-learning.

## **I. Introducción**

Este documento da cuenta de la manera en que se evalúa el desarrollo de algunas de las habilidades propuestas en el perfil de egreso, a partir de una experiencia formativa transversal en la carrera de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, denominada Proyecto de Integración Profesional (PIP). El PIP es un proyecto transversal que desde 2017 ha integrado a una única propuesta curricular algunos de los componentes prácticos de diferentes asignaturas, con el objetivo de potenciar en los estudiantes, además del aprendizaje de los contenidos de la disciplina, su autonomía, el trabajo en equipo y las habilidades comunicativas, en el marco de un trabajo en el que intervienen varios actores, entre ellos un socio comunitario.

El PIP tiene varios propósitos educacionales, entre ellos reconocer el valor de la ingeniería electrónica en un contexto social; desarrollar competencias relacionadas con la concepción, el diseño y la implementación de sistemas electrónicos por medio de proyectos de desarrollo tecnológico; potenciar



competencias comunicativas y fortalecer la dimensión social de los estudiantes. Con estos propósitos educacionales en mente, la pregunta por la evaluación de los aprendizajes se hace necesaria, pues se refiere a un aspecto ético y de alta responsabilidad frente al saber. Así las cosas, ante el desafío que presenta hoy el aula de clase con sujetos cada vez más influenciados por los medios digitales y por el deseo de encontrar respuesta a sus preguntas de manera clara y precisa, el PIP se compromete a responder con mayor objetividad, valiéndose de instrumentos que le permitan dar respaldo a las valoraciones sobre las evidencias solicitadas a sus estudiantes.

Por ello, en el PIP se considera la evaluación como “una actividad crítica de aprendizaje, porque se asume que la evaluación es aprendizaje en el sentido que por ella adquirimos conocimiento” [1]. Para esto, el proceso evaluativo del proyecto se propone por etapas. En un primer momento, se realiza la evaluación formativa, que tiene en cuenta todas las habilidades que se desean desarrollar con el proyecto a través de sugerencias de un equipo de profesores con respecto al contenido y la forma de los textos, así como de las presentaciones orales de los estudiantes, lo cual ayuda a identificar la causa y naturaleza del error y promueve el mejoramiento continuo en el desarrollo del proyecto antes de asignar una nota cuantitativa. Estas acciones se han puesto en marcha en articulación con un proyecto institucional que apoya las tareas de lectura, escritura y oralidad en asignaturas disciplinares, que considera estas actividades como mediadoras en el aprendizaje disciplinar y otorga relevancia a su potencial epistémico.

En cuanto a las habilidades y competencias, la propuesta del PIP se enmarca en los siete *Student Outcomes* propuestos por la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) [2], que podrían describirse de la siguiente forma: 1) habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, utilizando principios de la ingeniería, las ciencias y las matemáticas; 2) capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que cumplan con las necesidades específicas, teniendo en cuenta la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos; 3) habilidad para comunicarse efectivamente con una amplia variedad de audiencias; 4) capacidad para reconocer la responsabilidad ética y profesional en situaciones relacionadas con la ingeniería y hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales; 5) capacidad de funcionar de manera efectiva en un equipo cuyos miembros proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo,



establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos; 6) capacidad para desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones; 7) capacidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas.

En el marco mencionado, se determinó que las guías de aprendizaje y las rúbricas son los instrumentos más adecuados para orientar y valorar el desarrollo de la mayoría de las competencias declaradas en el perfil de egreso del programa académico y que, a la vez, se encuentran alineadas con lo propuesto por ABET. Las guías se consideran un potente instrumento de apoyo y orientación de las actividades de aprendizaje [3]. Las rúbricas, por su parte, se construyen considerando tres aspectos: en primer lugar, que permita la validación en cuanto al contenido, pues se contemplan todos los aspectos que el estudiante debe saber sobre su campo disciplinar. En segundo lugar, el constructo, que toma en cuenta sí y solo sí los aspectos que se van a evaluar; y, finalmente, el tercer aspecto, el criterio, que permite situar la evaluación en un rango de niveles de desempeño que han de evidenciar el alcance de los objetivos propuestos desde los objetivos de aprendizaje [4].

La sistematización de estos instrumentos permite recopilar información cuantitativa sobre el desempeño de los estudiantes en cada uno de los *Student Outcomes*, lo que posibilita el análisis del impacto de la propuesta y el seguimiento del desarrollo de las habilidades relacionadas con estos, a la vez que permite mejorar la práctica docente y facilita tanto el desarrollo de las actividades propuestas como el logro de los objetivos de aprendizaje. En una consulta realizada a los estudiantes, mediante encuesta y preguntas abiertas sobre la implementación de estos instrumentos, los resultados indican que su utilización permite orientar mejor el momento de realizar la tarea, mayor claridad al ser evaluados y la representación del PIP como un espacio idóneo de aprendizaje en comunidad y de trabajo en equipo e interdisciplinar.

## II. Metodología

El Proyecto de Integración Profesional (PIP) consta de cuatro niveles o fases que inician en el quinto y finalizan en el octavo semestre de la carrera (figura 1).



A cargo del proyecto se encuentra un equipo de nueve profesores, cuatro de los cuales se encargan de coordinar las actividades en cada nivel y otro tiene a su cargo la coordinación general del PIP. También cuenta con tres profesores que orientan a los estudiantes en aspectos metodológicos de la propuesta y un profesor de lengua, vinculado con un proyecto institucional que apoya actividades de Lectura, Escritura y Oralidad a través del currículo (Plan LEO) y participa en la construcción de instrumentos de aprendizaje y evaluación, así como en actividades de seguimiento.

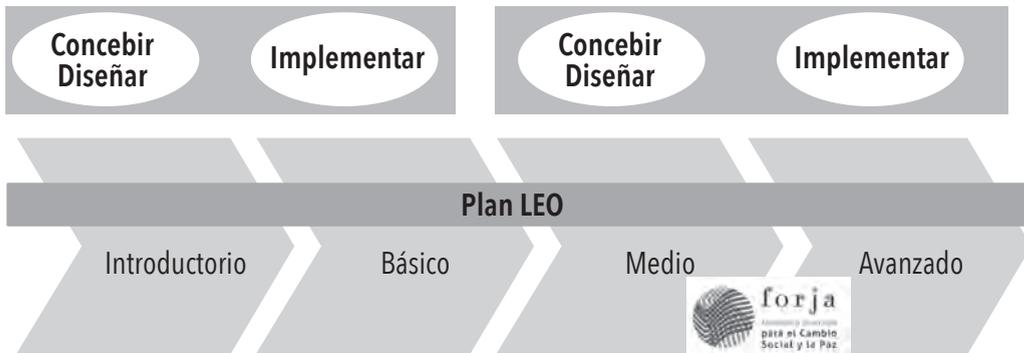


Fig. 1. Esquema de la estructura del Proyecto de Integración Profesional (PIP)

Los cuatro niveles se dividen en dos ciclos: el primero lo conforman los niveles introductorio y básico; y el segundo, el medio y el avanzado. En cada ciclo se formulan actividades relacionadas con la concepción, diseño, construcción y puesta en funcionamiento de una solución al problema que los estudiantes han identificado en un contexto real, a partir de retos que presenta parte del equipo de profesores al inicio de cada ciclo. El marco de referencia de esta propuesta es la iniciativa internacional denominada CDIO, cuya intención es formar ingenieros con habilidades orientadas hacia la concepción, el diseño, la implementación y la operación de soluciones a problemas reales y complejos [5]. Este relacionamiento de los estudiantes con problemáticas reales facilita que en el segundo ciclo del PIP se vinculen al Programa FORJA, que es una iniciativa institucional orientada al desarrollo de la dimensión social del estudiante a través de la estrategia formativa del Aprendizaje Servicio. En las fases de concepción y diseño de cada uno de los ciclos, la orientación metodológica está fundamentada en algunos de los conceptos y técnicas del *Design Thinking* [6].



En lo que respecta a la evaluación, para cada nivel se ha diseñado una rúbrica que considera las habilidades y aptitudes que el programa académico ha definido en función del perfil de egreso. Las rúbricas se han construido teniendo en cuenta la intencionalidad formativa de cada nivel, por lo que tanto los criterios como los porcentajes asignados a cada una de las características por evaluar en cada etapa varían en función de los objetivos de aprendizaje propuestos. En la tabla 1 se encuentra el ejemplo de una parte de la rúbrica de evaluación general que se utiliza en el nivel avanzado del PIP.

En cuanto al aporte cuantitativo del proyecto a la evaluación de los estudiantes, dado que cada asignatura del núcleo fundamental de la carrera tiene la responsabilidad de contribuir al desarrollo de los *Student Outcomes*, en cada uno de los cuatro niveles se han diseñado las actividades del PIP de manera que contribuyan a dicho desarrollo en una proporción del 20 % de cada asignatura asociada al PIP (ver asignaturas en la tabla 2). Vale aclarar que cada nivel del PIP considera diferentes niveles de desarrollo en las habilidades propuestas por ABET, de acuerdo con las metas de aprendizaje esperadas, descritas por medio de los criterios de evaluación en las rúbricas del nivel respectivo. En la tabla 3 se observan los porcentajes con los que contribuye cada nivel del PIP al desarrollo de los siete *Student Outcomes*.



**TABLA 1.** Extracto de la rúbrica para evaluar el PIP nivel avanzado.

Criterio	%	Inaceptable: Hay que hacerlo otra vez		Puede aceptarse: Hay que hacer algunas mejoras		Aceptable	Buen trabajo	Muy buen trabajo
		0 - 49	50 - 69	70 - 89	90 - 100			
Satisfacción de las necesidades del usuario	7	No se satisfacen las necesidades de los usuarios o interesados.	Se satisfacen pocas necesidades.	Se satisface la mayoría de las expectativas de usuarios e interesados.	Se satisfacen plenamente las expectativas de los usuarios e interesados.			
		No se cumplen los objetivos del sistema	Se cumplen pocos objetivos.	Se cumple la mayoría de los objetivos.	Se cumplen todos los objetivos propuestos para el sistema.			
Cumplimiento de los objetivos del sistema	5	0-19	20-49	50 - 59	60 - 74	75 - 89	90 - 100	
		No se satisfacen las restricciones impuestas por los contextos.	Se satisfacen muy pocas restricciones impuestas por los contextos relevantes.	Se presentan muy pocos aspectos de los contextos relevantes y se satisfacen algunas de las restricciones, sin mostrar una relación clara entre ellos.	Se presentan algunos aspectos de los contextos relevantes y se cumplen algunas restricciones que estos imponen, pero no se aclara la relación entre ambos.	Se demuestra el conocimiento de algunos aspectos de los contextos relevantes y se satisface la mayoría de las restricciones que ellos imponen, teniendo clara la relación entre ambos.	Se conoce la realidad (económica, social, tecnológica, antecedentes) de los contextos relevantes en lo que atañe al proyecto y, teniendo en cuenta esta realidad, se satisfacen las restricciones que ellos imponen.	
Satisfacción de las restricciones del contexto	5	0-19	20-49	50 - 59	60 - 74	75 - 89	90 - 100	
		No se cumplen los requerimientos y especificaciones del sistema a.	Se cumplen muy pocos requerimientos funcionales del sistema en términos de los parámetros técnicos de desempeño.	Se cumplen muy pocos requerimientos funcionales del sistema en términos de los parámetros técnicos de desempeño y las especificaciones de los mismos.	Se cumplen algunos requerimientos funcionales del sistema en términos de los parámetros técnicos de desempeño y sus especificaciones.	Se cumplen todos los requerimientos funcionales del sistema en términos de los parámetros técnicos de desempeño y se enuncian los rangos aceptables para sus especificaciones.		
Cumplimiento de los requerimientos y especificaciones del sistema	10							

Fuente: Elaboración propia


**TABLA 2.** Asignaturas relacionadas con cada nivel del PIP.

Nivel	Asignaturas
Introdutorio (Semestre 5)	Circuitos de corriente alterna
	Física de dispositivos electrónicos
	Señales y sistemas
Básico (Semestre 6)	Arquitectura de computadores
	Electrónica analógica
	Medios de transmisión
Medio (Semestre 7)	Electrónica para radiofrecuencia
	Sistemas de comunicación
	Sistemas digitales
	Sistemas realimentados
Avanzado (Semestre 8)	Control automático
	Electrónica de potencia
	Telecomunicaciones

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 3.** Porcentajes de contribución de cada nivel del PIP a los resultados de estudiantes propuestos por ABET.

Resultados de estudiantes (ABET)		Niveles			
		Introdutorio	Básico	Medio	Avanzado
<b>1</b>	Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, utilizando principios de la ingeniería, las ciencias y las matemáticas.	<b>4,0 %</b>	<b>4,4 %</b>	<b>3,0 %</b>	<b>5,0 %</b>
<b>2</b>	Capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que cumplan con las necesidades específicas, teniendo en cuenta la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.	<b>5,4 %</b>	<b>2,0 %</b>	<b>4,0 %</b>	<b>2,0 %</b>
<b>3</b>	Habilidad para comunicarse efectivamente con una amplia variedad de audiencias.	<b>3,0 %</b>	<b>2,4 %</b>	<b>3,0 %</b>	<b>2,4 %</b>
<b>4</b>	Capacidad para reconocer la responsabilidad ética y profesional en situaciones relacionadas con la ingeniería y hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.	<b>3,2 %</b>	<b>4,0 %</b>	<b>6,0 %</b>	<b>4,4 %</b>



Resultados de estudiantes (ABET)		Niveles			
		Introdutorio	Básico	Medio	Avanzado
5	Capacidad de funcionar de manera efectiva en un equipo cuyos miembros proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos.	1,4 %	1,6 %	1,4 %	1,6 %
6	Capacidad para desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada y llevar a cabo la interpretación adecuada, analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones.	1,6 %	4,6 %	1,0 %	3,6 %
7	Capacidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos, según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas.	1,4 %	1,0 %	1,6 %	1,0 %
		20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %

Fuente: Elaboración propia

### III. Resultados

Con este esquema de trabajo propuesto en el PIP se evidencia en el desarrollo de soluciones por parte de los estudiantes la relevancia de otros elementos más allá de los puramente disciplinarios. Entre estos figura el hecho de tener en cuenta una visión de nivel sistema, el reconocimiento de la realidad (económica, social, tecnológica, antecedentes) de los contextos relevantes en lo que atañe al proyecto y, acorde con esta realidad, la satisfacción de las restricciones que ellos imponen, así como las relaciones con usuarios potenciales de la solución y las consideraciones que requieren. Se debe destacar, además, que desde los primeros niveles del PIP los estudiantes han ganado mayor claridad y una conciencia de diseño más integral, que demanda el concurso de actores de otras disciplinas diferentes de la ingeniería electrónica.

Como proceso sistemático, la evaluación requiere instrumentos y medios que permitan establecer un parámetro con el cual medir los aprendizajes de los estudiantes, así como analizar si se alcanzan los objetivos del curso. El desarrollo de rúbricas para la evaluación de los resultados de aprendizaje ha partido de la definición de una serie de criterios con los



que es posible identificar el nivel de apropiación de las competencias que se desea fortalecer mediante la propuesta del PIP. Estos criterios, a su vez, dan cuenta del desarrollo de habilidades en los estudiantes, relacionadas con los *Student Outcomes*. En la tabla 4 se pueden observar las relaciones establecidas entre los criterios de evaluación de las rúbricas en uno de los niveles del PIP y los *Student Outcomes*, numerados del 1 al 7.

**TABLA 4.** Relación entre los criterios de evaluación del PIP nivel avanzado y los *Student Outcomes*.

Nivel avanzado		Student Outcome al que aporta
Criterio evaluado	%	
Satisfacción de las necesidades del usuario	7	4
Cumplimiento de los objetivos del sistema	5	4
Satisfacción de las restricciones del contexto	5	4
Cumplimiento de los requerimientos y especificaciones del sistema.	10	1
Evaluación de opciones de implementación	10	2
Plan de pruebas	8	6
Funcionamiento	10	6
Comunicación escrita de los avances y resultados	7	3
Comunicación oral de los avances y resultados	5	3
Fundamentación teórica y conceptual	15	1
Trabajo en equipo	8	5
Innovación	5	7
Actitud crítica	5	4

Fuente: Elaboración propia

Una de las bondades del método de evaluación implementado es que posibilita el seguimiento del desarrollo de las habilidades asociadas a los *Student Outcomes*, tanto a escala grupal como individual. En la tabla 5 se observa el promedio grupal de las valoraciones cuantitativas obtenidas por una misma cohorte de estudiantes en tres semestres consecutivos.



**TABLA 5.** Valoración cuantitativa de los *Student Outcomes* para una misma cohorte de estudiantes.

<b>Resultados de estudiantes (ABET)</b>		<b>Nivel introductorio 2018-2</b>	<b>Nivel básico 2019-1</b>	<b>Nivel medio 2019-2</b>
<b>1</b>	Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, utilizando principios de la ingeniería, las ciencias y las matemáticas.	<b>3,4</b>	<b>3,7</b>	<b>4,2</b>
<b>2</b>	Capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que cumplan con las necesidades específicas, teniendo en cuenta la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.	<b>3,5</b>	<b>3,7</b>	<b>4,1</b>
<b>3</b>	Habilidad para comunicarse efectivamente con una amplia variedad de audiencias.	<b>3,9</b>	<b>4,1</b>	<b>4,3</b>
<b>4</b>	Capacidad para reconocer la responsabilidad ética y profesional en situaciones relacionadas con la ingeniería y hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>4,1</b>
<b>5</b>	Capacidad de funcionar de manera efectiva en un equipo cuyos miembros proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos.	<b>4,8</b>	<b>4,0</b>	<b>4,6</b>
<b>6</b>	Capacidad para desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones.	<b>3,0</b>	<b>3,7</b>	<b>4,0</b>
<b>7</b>	Capacidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas.	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>4,1</b>

Fuente: Elaboración propia



Como ya se ha mencionado, la evaluación del PIP involucra no solo el aspecto sumativo si no también una intencionalidad formativa, que no necesariamente se ve reflejada en los resultados cuantitativos finales que se registran como calificación del proyecto. Sin embargo, para efectos del presente análisis se ha puesto la mirada en los resultados de la tabla 5, que muestran un crecimiento sostenido de las valoraciones cuantitativas grupales de la mayoría de habilidades consideradas para una cohorte de estudiantes, a medida que avanza entre los niveles del PIP, aunque llama la atención el comportamiento de los resultados cuantitativos del *Student Outcome* relativo al trabajo en equipo, pues difiere notablemente de los otros resultados. Esto puede explicarse por la introducción de nuevos elementos de valoración para esta habilidad a partir del semestre 2019-1, que facilitaron un espacio de evaluación más objetiva y de mejoramiento continuo, tanto para los estudiantes como para el equipo de profesores.

Por otro lado, en un primer acercamiento a la evaluación del PIP como proceso formativo desde la perspectiva de los estudiantes, se aplicó una encuesta en la que se consultaba la percepción acerca de esta propuesta curricular, tanto en torno a las tareas de lectura, escritura y oralidad, como al desarrollo de las actividades en general. La mayoría (70 %) manifestó estar totalmente de acuerdo y el resto (30 %) estuvo de acuerdo en que la propuesta favorecía su proceso de aprendizaje. Además, la frecuencia de la información cualitativa que justifica la respuesta a la escala Likert es que las rúbricas permiten más claridad, objetividad y justicia en la evaluación, a lo que se le suma un mayor aprendizaje sobre la crítica y facilita espacios democráticos.

## IV. Conclusiones

De acuerdo con el análisis presentado, se puede afirmar que la experiencia derivada del análisis sobre la evaluación en el PIP ha permitido la creación de un ambiente de aprendizaje significativo para la aprehensión de contenidos disciplinares y el desarrollo de habilidades y actitudes específicas en los estudiantes, que se pueden evidenciar en los siguientes elementos:

La evolución de esta experiencia formativa ha propiciado la consolidación de un equipo de profesores que da respaldo de manera colaborativa al desarrollo de la propuesta, que propicia un mejor ambiente de aprendizaje,



marcado por el proceso de seguimiento y evaluación de los proyectos, en donde participan todos los actores involucrados, ofreciendo al estudiante un papel más participativo en su propio proceso de aprendizaje.

El desarrollo de instrumentos como guías y rúbricas ha incluido criterios de calificación claros y objetivos, alineados con los *Student Outcomes*. Además, la estrategia de evaluación utilizada permite evidenciar el alcance de los aprendizajes en una misma población, en diferentes momentos y niveles de complejidad.

El contacto de los estudiantes con su entorno y las experiencias con otros actores les permite experimentar de primera mano cómo pueden contribuir al desarrollo de soluciones desde la ingeniería electrónica. Esto, a su vez, fortalece las relaciones con actores externos al programa académico, a través de la búsqueda de oportunidades de aplicación de la ingeniería electrónica para la solución de necesidades en diversos contextos.

La articulación con otras áreas del conocimiento como el lenguaje y la pedagogía ha permitido trascender los aprendizajes disciplinares y fortalecer habilidades y competencias relacionales y comunicativas, tanto a los estudiantes como al grupo de profesores participantes del proyecto, lo que ha abierto la oportunidad de crear una comunidad de aprendizaje interdisciplinar.

## V. Recomendaciones

Como ya se mencionó, esta práctica se ha repetido por seis semestres consecutivos, con los ajustes definidos a partir de las evaluaciones realizadas por los profesores y estudiantes participantes. Por esta razón, se considera fundamental conformar un equipo de profesores comprometidos con la propuesta y dispuestos para labores de trabajo colaborativo que involucren la planeación, el desarrollo y la evaluación, así como la participación de los estudiantes en la evaluación del proceso.

Se debe contar, igualmente, con el apoyo de las unidades de dirección académica y administrativa relacionadas con el programa académico en el que se implementa la propuesta, puesto que se requiere una inversión de recursos adecuada para el buen funcionamiento de esta estrategia curricular.



Se sugiere considerar la posibilidad afortunada de contar con equipos multidisciplinares de estudiantes para el desarrollo de los proyectos, buscando mejores aprendizajes disciplinares, mayor desarrollo de competencias y alto impacto social de las soluciones propuestas.

## Referencias

- [1] J. Álvarez. *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Madrid: Ediciones Morata, 2001.
- [2] ABET. *Criteria for Accrediting Engineering Programs*. Baltimore: Abet, 2018. [Online]. Disponible en <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2018/11/E001-19-20-EAC-Criteria-11-24-18.pdf>.
- [3] M. Zabalza y A. Zabalza *Planificación de la docencia en la universidad. Elaboración de las Guías Docentes de las Materias*. Madrid: Narcea, 2010.
- [4] K. Bujan, I. Recalde y Armendi, P. [Coord]. *La evaluación de competencias en la Educación Superior. Las rúbricas como instrumento de evaluación*. Sevilla: Eduforma, 2011.
- [5] E. Crawley, J. Malmqvist, S. Östlund, D. Brodeur y K. Edström. *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. New York: Springer, 2014.
- [6] T. Brown. *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. New York: Harper Collins Publishers Inc., 2011.



**Alexander Martínez Álvarez**

Pontificia Universidad Javeriana  
Cali

*Profesor del Departamento de  
Electrónica y Ciencias de la  
Computación.*

Ingeniero Electricista y Magister en Automática de la Universidad del Valle (Cali, Colombia) y Doctor en Automática y Robótica de la Universidad Politécnica de Madrid (España).

Su experiencia docente ha estado orientada hacia el modelamiento y análisis de sistemas dinámicos, así como a la teoría y la práctica relacionadas con el diseño e implementación de sistemas de control automático. Las áreas en las que principalmente centra su interés en la actualidad son el control automático aplicado a la robótica móvil y el desarrollo de estrategias innovadoras orientadas a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación en ingeniería.

**María Cristina Fernández López**

Pontificia Universidad Javeriana  
Cali

*Profesora del Centro para la  
Enseñanza y el Aprendizaje (CEA).*

Licenciada en Español y Literatura de la Universidad del Cauca. Magíster en Lingüística y Español, en la línea de lectura y escritura académicas con enfoque metacognitivo de la Universidad del Valle.

Participa actualmente en un proyecto institucional de trabajo colaborativo en actividades de Lectura, Escritura y Oralidad a través del currículo en asignaturas disciplinares. Además, es profesora en un curso introductorio denominado Expresión Oral y Escrita, que tiene como objetivo principal fortalecer en los estudiantes las competencias necesarias para aprender y comunicarse en la universidad a través de la lectura, la escritura y la oralidad. También, ha publicado algunos artículos en revistas indexadas en torno a la reflexión sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje en el contexto académico.



**Eugenio Tamura Morimitsu,**  
Pontificia Universidad Javeriana  
Cali

*Profesor del Departamento de  
Electrónica y Ciencias de la  
Computación de la Pontificia  
Universidad Javeriana Cali.*

Ingeniero en Electrónica de  
la Universidad del Cauca  
(Popayán, Colombia) y Doctor  
en Arquitectura y Tecnología de  
los Sistemas Informáticos por  
la Universidad Politécnica de  
Valencia (España).

Su experiencia docente e  
investigativa ha estado orientada  
hacia los sistemas de computación  
a la medida.

---

# Assessment: una metodología de calidad para procesos curriculares en programas de ingeniería

---

*Luz Marina Patiño, Corporación Universitaria Unitec, Bogotá  
y Alveiro Rosado, Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña*

## **Resumen—**

Los ámbitos académicos de ingeniería proporcionan diversas posibilidades para demostrar la calidad total en la formación, evidencia de competencias y pertinencia del profesional. En este caso, el proceso educativo ha llevado a las diferentes facultades de ingeniería a considerar al estudiante como actor principal de su proceso. Esta perspectiva involucra la estrategia para la “mejora continua” en la gestión y en los procesos de las facultades de ingeniería, con un lenguaje articulado a la acreditación de la educación. El *assessment* que se proyecta es la articulación de todos los elementos que engranan la misión y visión institucional, la misión de la facultad y el programa académico, los objetivos y competencias del programa y, finalmente, el currículo ofrecido para la formación. Así se logra una forma de medición de la calidad con los estándares actuales del sistema de acreditación nacional en un marco de acreditación internacional.

## **Abstract—**

The academic fields of engineering provide diversity of possibilities to demonstrate the total quality



in the education, evidence of competencies and relevance of the professional. In this case, the educational process has led the different engineering faculties to consider the student as the main actor in their process. This perspective involves the strategy for “continuous improvement” in the management and processes of engineering faculties, with a language articulated to the accreditation of education. The assessment that is projected is the articulation of all the elements that coordinate the mission and institutional vision, the mission of the faculty and the academic program, the objectives and competences of the program and finally the curriculum offered for education. Thus achieving a way of quality measurement with the current standards of the national accreditation system in an international accreditation framework.

## I. Introducción

Este proyecto se enmarca como producto innovador, que garantiza llevar a las aulas de formación de ingeniería un proceso que mantiene la validación de la forma más sencilla posible, con el objeto de darle sostenibilidad a través de la obtención de resultados por medio de auditorías e informes que evidencien un sistema de aseguramiento de la calidad para la mejora continua. Con esta iniciativa, la acreditación de la Educación Superior Nacional se fortalece, con el punto de referencia internacional, a través de una propuesta con mecanismos para lograr, asegurar y garantizar evidencias de calidad que demuestran correspondencia entre los criterios solicitados por el ente acreditador.

Los lineamientos de modelos de acreditación académica para programas de ingeniería en todos los continentes, países o regiones son claramente heterogéneos, pero con metas iguales en cuanto a “calidad en la educación”. Lo anterior se desarrolla para responder a las necesidades particulares por la diversidad educativa de cada lugar y tipo de cada institución. Sin embargo, se ha dado la posibilidad de establecer los aspectos específicos con referencia a los parámetros o criterios necesarios para la evaluación equivalente a los modelos de acreditación. Entre ellos se pueden destacar principalmente las medidas de autoevaluación que tienen relación con la conexión entre programas, lineamientos institucionales y estándares internacionales de acreditación.



Igualmente, se aprecia el posicionamiento y competitividad de los procesos académicos de calidad, se trabaja en el marco de la necesidad de la autoevaluación académica para los procesos [1]. Por ello es la oportunidad de crear estudios encaminados a la relación entre diferentes lineamientos de acreditación y variables de medición de los sistemas de calidad en la educación superior.

En general, América Latina se posiciona por la creación de sistemas nacionales de evaluación y en casos específicos como Chile y Brasil, por medio de procesos de acreditación y evaluación diferentes, de acuerdo con la estructura de organismos acreditadores con algunas características de autonomía. La acreditación es una forma de evaluar la calidad educativa.

En todo el sistema de seguimiento y control de la calidad se encuentra la visión e interpretación hacia el compromiso. Dada la importancia del presente trabajo, es pertinente mencionar que el estándar de valoración se realiza a través de la metodología *assessment* de ABET para identificar, recolectar y preparar los datos del sistema educativo. Finalmente, el propósito es demostrar que los resultados del proceso se han convertido en la meta hacia el control y mejoramiento de la calidad [2].

La calidad es también una referencia, un ideal o un prototipo; la calidad es la excelencia [3], y se logra en la medida en que algo se acerque al modelo ejemplar. En esta perspectiva, se parte de que la calidad se puede evaluar en la medida en que se obtengan resultados cercanos a un modelo ideal.

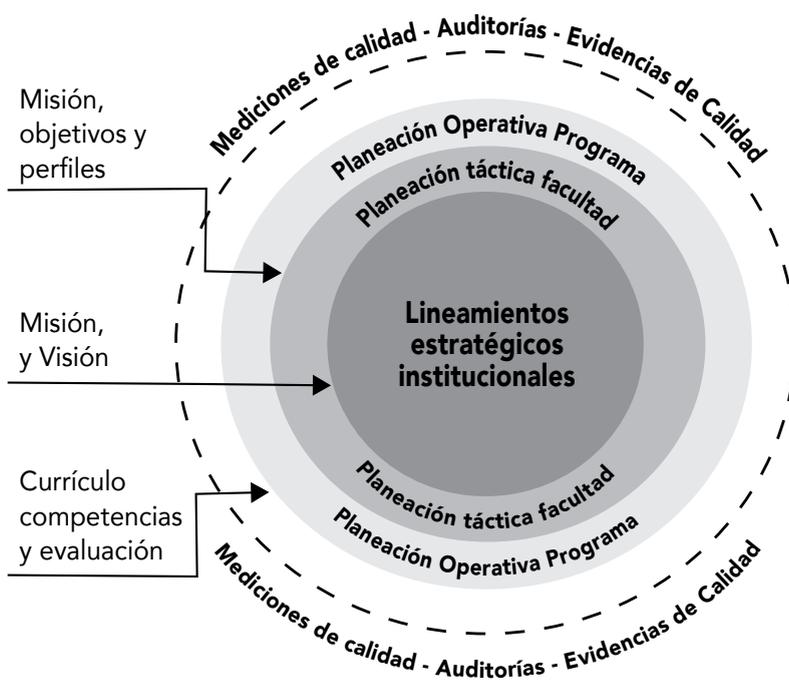
Considerando la pertinencia y tendencia internacional, es necesario establecer los estándares de calidad coherentes con cada área del proceso de educación, específicamente en cuanto a los procesos académicos. Esos lineamientos específicos permitirán determinar modelos flexibles y precisos del proceso de *assessment* frente a la diversidad de los programas de ingeniería [4].

Por último, se deben incluir lineamientos de estándares para el análisis de currículo y los créditos académicos con respecto a los contenidos, Estos facilitan las posibilidades de retroalimentar la necesidad de alinear los procesos para promover la movilidad de estudiantes en todos los países y regiones y el reconocimiento internacional.



## II. Metodología Propuesta

La metodología que desarrolla la siguiente experiencia del proyecto se basa en establecer la consistencia entre los criterios comprometidos en un *assessment* ABET con evidencias de la acreditación CNA, como son los lineamientos institucionales y de facultades, las competencias y el mejoramiento continuo. A continuación, se puede evidenciar en la figura 1 el modelo de *assessment* con la diversidad de documentación que se requiere para validar el currículo de un programa académico de ingeniería.



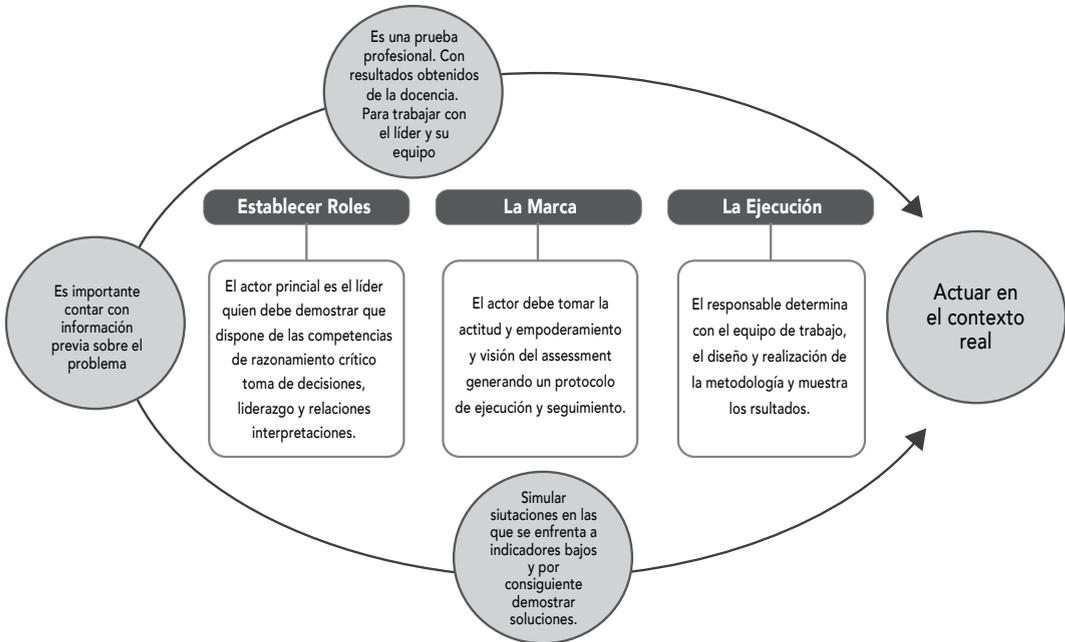
**Fig. 1.** Modelo assessment para programas de ingeniería

Fuente: Elaboración propia

El éxito del proceso es llegar a consolidar toda la información como se caracteriza en el modelo de la figura 1 y recolectar únicamente datos, informes, referencias necesarias para el procedimiento de la figura 2, y finalmente utilizar una orientación hacia resultados de tipo cualitativo y cuantitativo. Lo anterior se hace porque garantiza el desarrollo del proceso con compromiso, responsabilidad y dedicación de todos los actores de la comunidad académica del programa, especialmente los



docentes designados en funciones sustantivas como la administración de la calidad. Igualmente, es necesario establecer posibles simulaciones, revisiones o verificaciones de los procesos cuando se presenten indicadores de resultados bajos porque se encuentran fuera de los rangos de metas establecidas para la medición.



**Fig. 2.** Metodología assessment para programas de ingeniería

Fuente: Elaboración propia

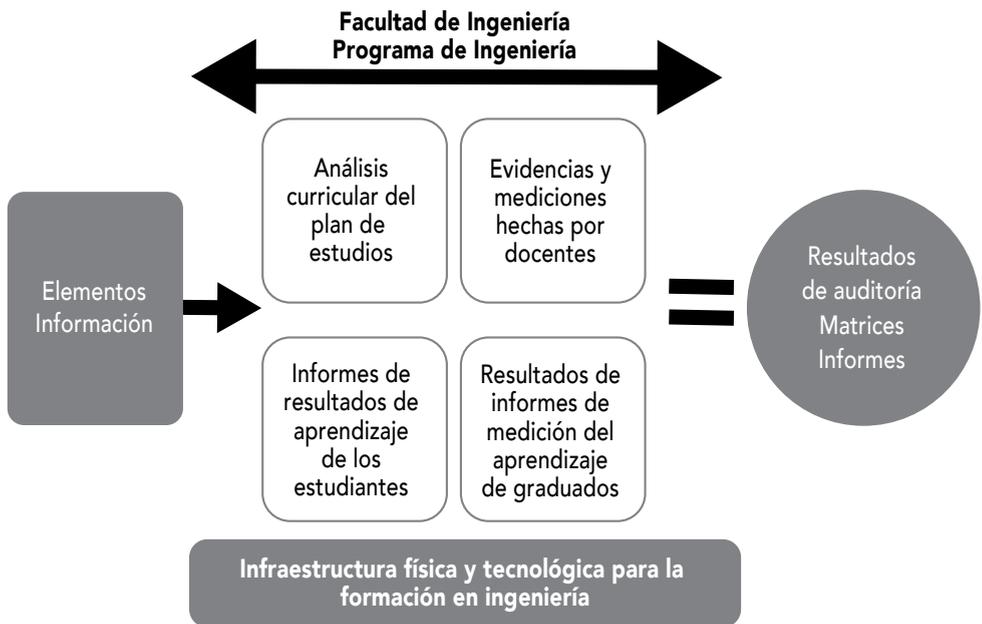
Finalmente, se requiere demostrar el logro del proceso de manera conjunta, los resultados de la evaluación de evidencias obtenidas de la ejecución de competencias acordes a un plan de estudios para la formación, mediante un proceso sistemático y sostenible para la medición en el tiempo y resultados de mejora continua por la evaluación de resultados obtenidos. Adicionalmente, garantizar la pertinencia y tendencia enmarcada en los lineamientos institucionales [5].

### III. Resultados

Después de ejecutar el proceso de *assessment* enmarcado en el modelo de evaluación continua, aunque parezca obvio, una de las mejores acciones



que se puede llevar a cabo es la validación del proceso a través de su auditoría. Estas jornadas requieren la mayor concentración para cada actividad. Además, los evaluadores esperan lo mejor de cada actor que interviene en cada momento del proceso. En la figura 3 se pueden apreciar los actores que intervienen en diferentes procesos y escenarios en los que son esenciales los elementos y la información que los caracteriza. Entre ellos se debe obtener relación e información sobre el contexto institucional, la validación del plan de estudios, el cuerpo docente asignado, los resultados de los alumnos y graduados y, por último, la infraestructura.



**Figura 3.** Resultados de jornadas de concentración y auditoría para programas de ingeniería

Fuente: Elaboración propia

Al final, los resultados se presentan en una plataforma de entrega de evidencias, con análisis de resultados por matrices e informes consolidados en cada uno de los ejes del modelo presentado, planes de mejora con metas claras para determinar procesos de mejora y continuidad con acciones de mejoramiento en el programa basados en los resultados del *assessment*. Dado lo anterior, se evidencia que



existe un proceso de *assessment* definido, conocido e implementado por toda la comunidad del programa y la facultad, que es de carácter permanente. Contribuciones a la enseñanza aprendizaje (en su área de experticia).

Este tipo de evaluación trae consigo la posibilidad de diseñar un espacio concreto para ejecutar acciones encaminadas a conseguir la evidencia del trabajo continuo en manos de un equipo de expertos responsables de la formación académica en programas de ingeniería.

El *assessment* puede definir con exactitud cómo los personajes directos tienen más posibilidades de ejercicios para realizar y captar en cada caso evidencias cuantificables con el fin de demostrar la relación de áreas y temáticas de los procesos académicos en pro de la argumentación de un currículo de ingeniería pertinente y enmarcado en tendencias internacionales.

#### IV. Recomendaciones

En este proyecto se concibió el *assessment* como un proceso de evaluación de procesos, personas y procedimientos, los cuales se diseñan en la mayoría de los casos para actividades de mejoramiento continuo. Es aquí donde se concibe como una metodología que se recomienda para toda la comunidad académica que organiza las evidencias y mediciones en respuesta a la necesidad de un control continuo de calidad.

Finalmente, se les recomienda a los participantes que usan este proceso que revisen y apropien los escenarios que ofrece la metodología, como la relación continua entre las tareas de acuerdo con el rol, los objetivos concretos y sus respectivas evidencia y medición.

#### Referencias

- [1] Ministerio de Educación Nacional, «Estado del arte del Sistema Nacional de Acreditación e identificación de rutas y tópicos de investigación y profundización para el mejoramiento de las condiciones de calidad,» Abril 2013. [En línea]. Disponible en [https://www.cna.gov.co/1741/articles-186502\\_Estado\\_Arte\\_SNA.pdf](https://www.cna.gov.co/1741/articles-186502_Estado_Arte_SNA.pdf). [Último acceso: 16 Enero 2020].



- [2] Á. Pachón, N. Villegas, A. Burbano, G. Ulloa, J. Jaramillo y J. Cuéllar, «Retos de los programas de ingeniería colombianos en el cumplimiento de los requisitos de la acreditación internacional ABET,» de *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI*, Cartagena, 2016.
- [3] N. Hamid y M. Torres-Madronero, «Acreditación de programas de ingeniería en la región: análisis comparativ,» *Revista Educación en Ingeniería*, vol. 10, n.º 19, pp. 80-89, 2015.
- [4] J. Gabalán-Coello y K. Huggins, «From the Institutional Mission to the Evaluation Instrument Using An ABET Accreditation Approach,» de *Proceedings of the 4th International Conference on Frontiers of Educational Technologies*, Moscow, 2018.
- [5] MEN, CNA y ACOFI, «Descripción del modelo ABET,» Diciembre 2016. [En línea]. Disponible en <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2016/12/3.-Descripci%C3%B3n-del-modelo.pdf>. [Último acceso: 16 Enero 2020].



**Luz Marina Patiño Nieto**

Corporación Universitaria Unitec  
*Directora Escuela de Ingeniería*

Ingeniera Industrial, Universidad de Ibagué. Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Piloto de Colombia. Especialista en Ingeniería de Producción de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Maestría (actualmente) en Ingeniería Industrial – Producción y Operaciones en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Experiencia Industrial en el Sector Confecciones, específicamente en las áreas relacionadas de producción, operaciones y seguridad en planta, desempeñando cargos de Analista de ingeniería y Analista de producción. Manejo de herramientas de planeación, programación y control de la producción. Gestión y control de personal de planta. Consultora Empresarial, en Diseño y reestructuración de áreas administrativas y productivas.

Experiencia en dirección, docencia e investigación en programas de pregrado y postgrado tales como ingeniería de producción, ingeniería en energías e ingeniería industrial, encargada del manejo de procesos administrativos

como: planeación y ejecución académica, diseño y ejecución de convenios, coordinación de áreas, manejo de docentes, coordinación de prácticas empresariales, procesos de selección y matriculas, homologaciones, entrevistas aspirantes, diseño de nuevos programas y registros calificados, gerencia de proyectos para inversión de laboratorios, convocatorias en Colciencias, convocatorias grupos de investigación, convocatorias de semilleros de investigación, procesos de diseño curricular y participación en los procesos de acreditación nacional CNA e internacional ABET – EUR-ACE de programas de ingeniería.

**Alveiro Alonso Rosado Gómez**

Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña  
*Profesor programa de Ingeniería de Sistemas*

Ingeniero de Sistemas de la Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta, Especialista en Gestión de Proyectos Informáticos de la Universidad de Pamplona, Magister en Gestión Aplicación y Desarrollo de Software de la Universidad Autónoma de Bucaramanga

A nivel profesional experiencia en análisis, diseño y desarrollo de software, con el soporte



de plataformas tecnológicas robustas para misión crítica específica, en aplicaciones que permiten la gestión de la información y el soporte a la toma de decisiones. En el ámbito académico, experiencia en los cargos de Decano, Director de Departamento y Director de Plan de Estudios en postgrado, estas responsabilidades generaron la necesidad de profundizar en la gestión de la calidad académica de los programas; participando activamente

en procesos de acreditación, nacional e internacional para aportar dentro de los diferentes comités de orden colegiado de la Universidad. Además, docente e investigador en el programa de Ingeniería de Sistemas, en donde se orientan materias relacionadas con la sintaxis y paradigmas de programación y se participa en las líneas de investigación en Ingeniería de Software e Informática Educativa e Inteligencia Computacional.

---

# Evaluación de resultados de estudiantes de ingeniería industrial de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali: comparación entre los modelos A-K y 1-7

---

*Jorge Francisco Estela Uribe*  
*Pontificia Universidad Javeriana, Cali*

## **Resumen—**

En este trabajo se presenta la comparación de las evaluaciones de los resultados de estudiantes en el programa de Ingeniería Industrial de la Javeriana Cali entre los modelos A-K y el nuevo modelo 1-7. Como es sabido, ABET cambió al modelo 1-7 a finales de 2017, el cual entró en efecto a partir de 2019. Esto obligó a los programas de la Javeriana de Cali a adoptar el nuevo modelo durante la vigencia de su periodo de acreditación. Se presenta un resumen del modelo de evaluación de programas y el comparativo de resultados de los semestres 2017-2 a 2019-1, los dos primeros para el modelo A-K y los dos últimos para el modelo 1-7.

**Abstract—**

This work presents the comparison of the evaluation of student outcomes of the Industrial Engineering program of Javeriana Cali between the model A-K and the new model 1-7. As it is well known, ABET adopted the model 1-7 at the end of 2017 to be implemented since 2019. This forced the engineering programs of Javeriana Cali to change to the new system during their current period of accreditation. The bases of the program evaluation model is presented along with the comparison of evaluation results for the semesters 2017-2 to 2019-1, being the first two periods for the A-K system while the latter two are for the 1-7 system.

## I. Introducción

Este documento compara, para un periodo de observación, la evaluación de los resultados de estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial de la Javeriana de Cali con el modelo A-K y el nuevo modelo 1-7.

Como es ampliamente conocido en el contexto de la acreditación de ABET, la Comisión de Acreditación de Ingeniería (EAC por sus siglas en inglés), aprobó a finales de 2017 el nuevo modelo de resultados de estudiantes que reemplazaría el modelo anterior, el de los llamados A-K, a partir de 2019. Para los programas de la Javeriana de Cali, habiendo recibido la acreditación en 2016, esto significó la necesidad de cambiar del modelo A-K al modelo 1-7 durante la vigencia de la acreditación. Así, el modelo se cambió en el primer semestre de 2018 y se empezó a aplicar en los cursos en el segundo semestre de ese año. Entonces, el próximo reporte de autoevaluación incluirá resultados de estudiantes con el modelo A-K hasta el primer semestre de 2018 y con el nuevo modelo a partir del segundo semestre de 2018. Para los efectos de este documento, la comparación se hará para cuatro semestres: periodos 2017-2 y 2018-1 con el modelo A-K y 2018-2 y 2019-1 con el modelo 1-7 (los resultados de 2019-2 no están todavía disponibles al momento de preparar este documento, a finales de enero de 2020).

## II. El modelo de resultados de estudiantes 1-7

Las definiciones de los nuevos resultados de estudiantes de la EAC están disponibles en el sitio web de ABET, pero se reproducen aquí para facilidad del lector. Son las siguientes habilidades, a saber:



1. Identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería por medio de la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemáticas.
2. Aplicar el diseño de ingeniería en la producción de soluciones que satisfagan necesidades específicas, considerando salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
3. Comunicarse efectivamente con variedad de audiencias.
4. Reconocer las responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relacionadas con la ingeniería y para hacer juicios informados que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
5. Funcionar efectivamente en equipos cuyos miembros en conjunto provean liderazgo, creen un ambiente colaborativo e incluyente, establezcan metas, planeen tareas y cumplan objetivos.
6. Desarrollar y conducir experimentación apropiada, analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones.
7. Adquirir y aplicar conocimiento necesario, empleando estrategias de aprendizaje apropiadas.

Claramente, esta nueva formulación de resultados de estudiantes se logró agrupando varios de los anteriores A-K; de allí que sea fácil identificar las siguientes equivalencias:

- Resultado de estudiantes 1: reúne los anteriores resultados A y E, p.e. aplicación de conocimiento y solución de problemas de ingeniería.
- Resultado de estudiantes 2: reúne los anteriores resultados C y H, p.e. diseño de ingeniería y consideración de los impactos de las obras de ingeniería.
- Resultado de estudiantes 3: es el anterior resultado G.
- Resultado de estudiantes 4: reúne los anteriores resultados F y H, p.e. comprensión de la responsabilidad ética y profesional y consideración de los impactos de las obras de ingeniería.
- Resultado de estudiantes 5: es el anterior resultado D.



- Resultado de estudiantes 6: es el anterior resultado B.
- Resultado de estudiantes 7: es el anterior resultado I.

### III. El modelo de evaluación de resultados de estudiantes en cursos

Este modelo se describió en detalle en [1], pero aquí se hace un resumen. La base del modelo es la asignación de pesos relativos a la relación entre los objetivos educativos del programa académico y los resultados de estudiantes. Dichas relaciones indican los resultados de estudiantes sobre los que se apoya el logro de los objetivos educativos del programa académico. Por regla general, los programas académicos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias tienen cinco objetivos educativos, cada uno de los cuales se apoya en los resultados de estudiantes o en algunos pocos. Lo importante es que a cada una de esas interrelaciones se les asigna un nivel de relevancia en una escala discreta de 1 a 4, donde 1 es la mínima relevancia y 4 la máxima. Así, cada uno de los resultados de estudiantes termina teniendo una suma de puntos que, comparada con el puntaje total, define el peso relativo del resultado de estudiantes en el conjunto de siete resultados. En la tabla 1 se muestra la matriz de relaciones y pesos relativos.

**TABLA I.** Matriz de relaciones entre objetivos educativos y resultados de estudiantes

Resultados de estudiantes	Objetivos educativos					Puntos	Pesos relativos, %
	1	2	3	4	5		
1	4	4	3		3	14	18
2	4	4	2		3	13	16
3	3	2		4		9	11
4	3	2	4	4		13	16
5	2	2	2	4		10	13
6	3	4	1		3	11	14
7	3	1		1	4	9	11

Fuente: Elaboración propia

De este ejercicio sale la conclusión de que el resultado de estudiantes más importante es la aplicación de conocimiento para resolver problemas de ingeniería, seguido en igual medida por el diseño de ingeniería y la



comprensión de los impactos de la ingeniería, y éste por la interpretación de información, y por el trabajo en equipo, para terminar, en igual medida, con la comunicación efectiva y las estrategias de aprendizaje independiente. Los objetivos educativos son:

1. Los graduados seguirán carreras como ingenieros industriales en la industria, la academia o el sector público.
2. Contribuirán al mejoramiento de la productividad y calidad en sus organizaciones,
3. Contribuirán al bienestar y sostenibilidad de sus comunidades y organizaciones.
4. Se distinguirán por su sentido de ciudadanía responsable, profesionalismo, liderazgo y habilidades de comunicación.
5. Desarrollarán su habilidad para aprender independientemente como medio para su desarrollo profesional o estudios de posgrado.

La segunda parte del modelo es establecer las relaciones entre los cursos y los resultados de estudiantes, es decir, asignar los resultados de estudiantes que cada curso puede desarrollar según su naturaleza, contenido y metodología. Por regla general del modelo, excepto el proyecto final de diseño, que se apoya en los siete resultados de estudiantes, todos los demás cursos involucran máximo cuatro resultados, cada curso. De nuevo se cuantifican esas relaciones en la misma escala de niveles de relevancia, de modo que los pesos relativos entre resultados de estudiantes sean iguales, o tan cercanos como sea posible, a los pesos relativos de la relación de objetivos educativos contra resultados de estudiantes. Esa es la forma de asegurar que la distribución de resultados de estudiantes en el currículo sea consistente con la relación entre los resultados de estudiantes y los objetivos educativos. El resultado de lo anterior es que a cada curso le corresponde una “fórmula”, por ejemplo, una especificación de los resultados de estudiantes que debe desarrollar con los correspondientes niveles de relevancia. A continuación, se presentan las fórmulas de los cursos que se evalúan para el logro de los resultados de estudiantes.

**TABLA II.** Resultados de estudiantes asignados a cursos de evaluación

Cursos	Resultados de estudiantes						
	1	2	3	4	5	6	7
Ciencia e Ingeniería de Materiales	3	2	1			3	
Termodinámica	4		1	1		4	
Estática y Resistencia de Materiales	4	3				2	3
Control Estadístico de Procesos	3		2		2	4	
Operaciones I	4	3				2	1
Operaciones II	3	3		3		2	
Ingeniería de Métodos	2	4	2		2	2	
Investigación de Operaciones I	4					2	4
Investigación de Operaciones II	4		3			2	4
Simulación	3	3				4	3
Ingeniería Económica	3			2		3	1
Modelación Logística	3	3			3	2	
Introducción a la Ingeniería Industrial		4	1	4	1		
Ingeniería de Costos	2		1	1		3	

Fuente: Elaboración propia

De allí sigue que los instrumentos de evaluación del curso, con su distribución porcentual, deben respetar los pesos relativos de la fórmula del curso. Así, cada instrumento de evaluación, por ejemplo, exámenes, laboratorios, tareas, proyectos, etc., queda orientado a desarrollar una cantidad específica de resultados de estudiantes con una distribución porcentual específica. De allí una de las características más importantes de este modelo: la calificación de cada instrumento de evaluación resulta de la asignación de desempeños en cada uno de los resultados de estudiantes concernidos. Al final, a través de todo el sistema de pesos relativos de los instrumentos de evaluación, resulta que la nota definitiva del curso procede única y exclusivamente de la evaluación de los desempeños en los resultados de estudiantes.

#### IV. Resultados de la evaluación de resultados de estudiantes

Como se dijo en la introducción, este estudio se limita a la comparación de las evaluaciones de los semestres 2017-2 y 2018-1 con el modelo A-K, y los semestres 2018-2 y 2019-1 con el modelo 1-7. Los resultados de la comparación se presentan en la tabla III.



En esta comparación se emplearon las equivalencias dadas al final de la Sección II para convertir los resultados del modelo A-K en equivalentes en el modelo 1-7. Esta es la única forma de hacer la comparación entre los dos regímenes de evaluación.

La evaluación global del programa es el promedio ponderado de las evaluaciones en los resultados de estudiantes. Para el Programa de Ingeniería Industrial, tal ponderación fue dada en [1], por ejemplo 18 % para el resultado 1; 16 % para cada uno de los resultados 2 y 4; 11 % para cada uno de los resultados 3 y 7; 13 % para el resultado 5 y 14 % para el 6.

De estos resultados emergen varias observaciones. La primera es que la evaluación global cambió casi imperceptiblemente, al bajar de 3,6 a 3,5; pero en el nivel de resultados de estudiantes individuales hubo un desmejoramiento significativo en los resultados 5 y 6, y en menor medida en los resultados 1, 2 y 7. El único resultado que mejoró fue el 4. Este hallazgo debe ser materia de un análisis cuidadoso de los administradores del programa. Varios factores pueden haber contribuido a este fenómeno, en particular para el semestre 2019-1, por ejemplo, puede deberse a esa cohorte, puede ser que los profesores todavía estén ajustando sus criterios de evaluación al nuevo modelo, o puede ser una combinación de estos dos factores. De todas formas, el sistema de mejoramiento continuo ya debe haber registrado este fenómeno y tendrá que producir, en breve, las acciones necesarias para mejorar la situación.

**TABLA III.** Evaluación de resultados de estudiantes

Resultados de estudiantes	Semestres			
	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1
Resultado de estudiantes 1	<b>3,3</b>	<b>3,5</b>	3,4	3,2
Resultado de estudiantes 2	<b>3,5</b>	<b>3,6</b>	3,5	3,2
Resultado de estudiantes 3	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>	3,8	3,6
Resultado de estudiantes 4	<b>3,5</b>	<b>3,7</b>	3,6	3,7
Resultado de estudiantes 5	<b>4,2</b>	<b>4,3</b>	4,1	3,8
Resultado de estudiantes 6	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>	3,5	3,1
Resultado de estudiantes 7	<b>3,9</b>	<b>3,4</b>	3,4	3,5
Promedio del programa	3,6	3,6	3,5	3,5



## V. Conclusiones

Los cambios ocurridos en el modelo de resultados de estudiantes parecen no haber tenido un efecto importante en la evaluación global del Programa de Ingeniería Industrial, aunque sí lo tuvo en el nivel individual de los resultados de estudiantes. Los cambios del modelo no fueron triviales, y ciertamente son mucho más que las reglas de combinación enunciadas en la Sección II. Por ejemplo, es diferente evaluar la aplicación de conocimiento y la solución de problemas por separado que hacerlo como un mismo fenómeno. Igualmente se puede decir para el resultado de estudiantes 2 relativo al diseño de ingeniería y la consideración de impactos. Sin embargo, era esperable que el sistema de evaluación sufriera cambios, así como que el sistema de mejoramiento continuo detectara esos cambios y los corrigiera en breve.

## Referencia

1. Jorge F. Estela Uribe en ACOFI-Universidad del Norte, Buenas Prácticas de Assessment en Programas de Ingeniería de Colombia, pp. 55-67, 2018.



**Jorge Francisco Estela Uribe**

Pontificia Universidad Javeriana  
Cali

*Director del Departamento de  
Ingeniería Civil e Industrial,  
Facultad de Ingeniería y Ciencias.*

Ingeniero Químico, Universidad  
del Valle; Especialización en  
Finanzas de la Universidad  
del Valle y Doctorado de la  
Universidad de Londres - Imperial  
College of Science, Technology and  
Medicine.

Profesor titular de la Facultad  
de Ingeniería y Ciencias de la

Pontificia Universidad Javeriana  
Cali; director de la carrera de  
Ingeniería Industrial (1992-  
1995), director institucional  
de investigación (2001-2004),  
decano académico de la facultad  
de ingeniería (2004-2010),  
coordinador de la acreditación de  
ABET (desde 2011), director del  
departamento de Ingeniería Civil  
e Industrial (desde 2015). Línea  
de investigación: desarrollo de  
ecuaciones de estado y modelación  
termodinámica para fluidos de  
interés industrial. Miembro de  
grupo de investigación en MGO  
(Colciencias A1).



---

# El resultado 7 de ABET y la importancia de las asociaciones y pasantías profesionales

---

*Andrés Fernando Guzmán Guerrero*  
*Universidad del Norte, Barranquilla*

## **Resumen—**

Dentro de los resultados de ABET (Criterio 3, Resultados de los estudiantes), el 7 es el de los más particulares por la dificultad en su medición. Se debe garantizar que los estudiantes adquieran y apliquen nuevos conocimientos usando estrategias de aprendizaje apropiadas. Con el objeto de lograr los alcances de este criterio, desde hace 4 años se ha logrado que estudiantes del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad del Norte se vinculen a asociaciones como la American Society of Civil Engineers (ASCE) y la American Concrete Institute (ACI), con lo cual se ha logrado la formación de habilidades de liderazgo, trabajo en equipo, profundización en el conocimiento y contacto con conferencistas de talla mundial. Este contacto debe permear en las aulas de clase para mejorar las habilidades de los estudiantes orientadas al aprendizaje continuo. Es momento de poner en contacto las aulas de clase con el conocimiento global.



## Abstract—

Within the ABET outcomes (Criterion 3, Student outcomes), the 7 is the most particular one because of the difficulty in its measurement. Professors should be ensured that students acquire and apply new knowledge using appropriate learning strategies. To achieve this criterion, the students of the civil engineering program of the University del Norte, for four years, are linked to associations such as the ASCE (American Society of Civil Engineers) and the ACI (American Concrete Institute), thus achieving in them the formation of leadership skills, teamwork, deepening of knowledge and contact with world-class speakers. This contact should permeate in the classrooms to improve the skills of students oriented to continuous learning. It is time to put classes in touch with global knowledge.

## I. Introducción

Los criterios del Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc. (ABET, <https://www.abet.org/>) corresponden al listado de indicadores que todo programa de pregrado en ingeniería debe cumplir estándares de calidad previamente definidos por la entidad y a la cual se acoge la mayoría de los establecimientos educativos en Estados Unidos que ofrecen carreras de ingeniería (TABLA 1 Criterios de ABET, 2019-2020). Particularmente, el criterio 3 de ABET (*Student Outcomes*, o resultados de aprendizaje del estudiante) describe el conjuntado de resultados, saberes, comportamientos y habilidades que se espera que un estudiante desarrolle durante sus estudios y que deben permanecer al momento de su grado.

**TABLA 1** Criterios de ABET, 2019-2020

Criterio	Definición
1	Estudiantes
2	Objetivos educacionales del programa
3	Resultados de aprendizaje del estudiante
4	Mejoramiento continuo
5	Contenidos del programa
6	Profesores
7	Instalaciones
8	Apoyo institucional

Fuente: ABET [1]



En el listado de resultados del criterio 3, el resultado 7 es el de los más particulares por la dificultad de su medición. Este resultado reza: “An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies” (habilidad para adquirir y aplicar nuevo conocimiento en la medida que se necesite, usando estrategias de aprendizaje apropiadas). Sin embargo, realmente la importancia o reto, adicional a medir el criterio, corresponde a garantizar efectivamente, con evidencias, que los estudiantes de ingeniería adquieren y aplican nuevos conocimientos usando estrategias de aprendizaje apropiadas y escalando así los diferentes niveles de conocimiento a través del aprendizaje [2].

### Preguntas de investigación

Ante la problemática expuesta, surgen varios interrogantes que se esperan cubrir en el presente documento:

- ¿Los estudiantes conocen las estrategias de aprendizaje? Este es un gran interrogante debido a que incluso entre los docentes se desconocen las diferentes estrategias de aprendizaje ¿Cómo se puede suplir esta necesidad?
- ¿Los estudiantes saben cuál estrategia es la más apropiada para su estilo de aprendizaje preferido? El estilo de aprendizaje preferido está asociado a la tendencia natural, cultural, social y demás que tiene un estudiante con respecto a cómo abordar su aprendizaje. Pero, ¿el estilo preferido es el más adecuado para todos los contextos? ¿Los docentes somos conscientes de qué estilos de aprendizaje prefieren nuestros estudiantes?
- ¿Cómo acceden los estudiantes a nuevo conocimiento? Las generaciones actuales cuentan con una gran cantidad de información que es “digerida” en muchas ocasiones a la ligera, sin tomarse el trabajo de revisar la calidad o veracidad de las fuentes. El conocimiento les llega por las herramientas que en ocasiones son las menos adecuadas para su formación personal o profesional. ¿Es posible dirigir a los estudiantes a fuentes de conocimiento más enriquecedoras y confiables?
- ¿Los estudiantes tienen claridad con respecto a la práctica profesional de su carrera? Es indudable que contar con un acercamiento al ejercicio profesional es mucho más enriquecedor que horas de teoría en un aula de clase. Sin embargo, es posible encontrar un punto intermedio en donde los estudiantes puedan adquirir esa experiencia invaluable del



contacto profesional, sin salir de su entorno académico o educativo. ¿Cómo es posible motivar a los estudiantes para que se vinculen a gremios o a asociaciones profesionales sin sentirse atemorizados por exponer su desconocimiento con respecto a la profesión?

## II. Metodología

Todos estos interrogantes son el punto de partida de una experiencia que inició hace alrededor de cuatro años, en la Universidad del Norte. Como se presentó anteriormente, la habilidad para adquirir y aplicar nuevo conocimiento, en la medida que se requiera, es posible adquirirse a través de la exposición de los estudiantes a las estrategias de aprendizaje que recopila la bibliografía [3] y, mejor aún, exponerlos a situaciones de ingeniería reales y a herramientas que les permitan encontrar respuestas a tales situaciones a través del apoyo de expertos o por sí mismos (crecimiento profesional).

Cabe anotar que las estrategias y técnicas de aprendizaje serán realmente positivas únicamente en los estudiantes mientras se tenga un nivel de metacognición apropiado (habilidad de ser consciente del propio mecanismo de juicio y razonamiento). Este nivel está muy ligado con el nivel de motivación intrínseca y extrínseca del estudiante. El estudiante siempre debe prepararse a aprender con el objeto de ser capaz de enseñar a otros y no solo para obtener un buen resultado en un examen. Así mismo, como buen ingeniero, preguntarse siempre el por qué, el cómo y el “qué tal si”. Solo a través del juicio propio y de la naturaleza inquisitiva es posible desarrollar nuevo conocimiento, y esto solo se desarrolla a través de una correcta motivación.

Teniendo en cuenta el gran nivel de motivación que implica para los estudiantes lograr la cercanía con los aspectos más relevantes de su profesión (visitas de campo, conferencias, charlas, entrevistas con profesionales reconocidos, pasantías profesionales, etc.) y así mismo, teniendo en cuenta que existen varias redes profesionales de ingeniería que pueden brindar estas oportunidades, se detectó que a pesar de que la vinculación a estas asociaciones son gratuitas para los estudiantes, no son del conocimiento general. Algunas de las asociaciones profesionales en ingeniería civil, tales como la ACI (<http://concrete.org>) y la ASCE (<http://asce.org>), cuentan con un gran potencial para apoyar a los futuros



ingenieros de la mano de la tecnología (ASCE y ACI *online training*, ASCE *mentor matching*, <https://collaborate.asce.org/mentoring/home>, ASCE *career by design*, <https://collaborate.asce.org/careerbydesign/home>, ASCE *collaborate*, <https://collaborate.asce.org/home>). Hasta la fecha, se ha logrado que los estudiantes del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad del Norte se vinculen a asociaciones profesionales como la ASCE y la ACI, para lograr en ellos la formación de habilidades de liderazgo, trabajo en equipo, profundización en el conocimiento y contacto con conferencistas de talla mundial. Lo anterior, a través de la realización de actividades en el aula de clase que los induzca a buscar fuentes de información no convencionales y que dependan de la interacción con profesionales practicantes (no académicos). Las herramientas provistas por las asociaciones pueden ser visuales, escritas o auditivas.

Como estado de maduración del interés de los estudiantes con respecto a la vinculación a las asociaciones profesionales y con la motivación del profesor Jairo Uribe Escamilla, cofundador de la Escuela Colombiana de Ingeniería, quien es miembro distinguido de ambas asociaciones, los estudiantes deciden organizarse para conformar una seccional (capítulo estudiantil) en la universidad y así gozar de mayor reconocimiento. Para esto, es necesario preparar la documentación y realizar las actividades tendientes a la creación de los capítulos estudiantiles cuyos estándares y mínimos los define cada asociación o instituto. El proceso inicia con la asimilación de los estatutos del capítulo (reglas de funcionamiento y constitución), cumplimiento de requisitos y número mínimo de estudiantes necesarios para la creación de los respectivos capítulos. Luego de una organización inicial (designación de presidente, vicepresidente, secretario, tesorero, comités de redes sociales, logística, etc.), los estudiantes empiezan a operar de forma autónoma con el acompañamiento de un profesor de la universidad y dos profesionales vinculados a la industria, miembros de las respectivas asociaciones, denominados “Faculty Advisor” y “Practitioner Advisors”, respectivamente. Al cumplir cada año de funcionamiento, se realiza un reporte estadístico, económico y descriptivo de las actividades organizadas tendientes a dotar a los miembros del capítulo de capacidades más allá de las aulas (liderazgo, trabajo en equipo, organización, negociación, resolución de conflictos, etc.); así mismo, estas actividades benefician a los asociados debido a que son paralelas a la academia (torneos deportivos, ciclorrutas, celebraciones) o en otras ocasiones, técnicas (visitas de campo, seminarios). En la figuras 1 a 4 se presentan algunas de las actividades de ejemplo que se realizan



habitualmente en un año académico (habitualmente, se realizan más de 20, entre las cuales los seminarios o congresos son las que más requieren tiempo y programación por parte de los estudiantes).



**Figura 1.** Feria de grupos estudiantiles donde se da a conocer la asociación y el grupo a los estudiantes de nuevo ingreso.



**Figura 2.** Visitas técnicas a proyectos urbanísticos.



**Figura 3.** Visitas técnicas a industrias.



**Figura 4.** Actividad sociodeportiva.

Con el fin de dar un contexto a la naturaleza de los capítulos estudiantiles, a continuación se transcribe la misión del capítulo estudiantil de la ASCE en la Universidad del Norte: “Promote the multidisciplinary development of the students of civil engineering at Universidad del Norte, specially our members, through out-of-class activities that help them to improve their communications skills, strengthen the knowledge previously acquired, learn about the most important challenges for engineers today and modern engineering practices, and establish social links between them and other students and professionals” (Promover el desarrollo multidisciplinario de los estudiantes de ingeniería civil en la Universidad del Norte, especialmente nuestros miembros, a través de actividades fuera de clase que les ayuden a mejorar sus habilidades de comunicación, reforzar el conocimiento previamente adquirido, aprender acerca de los retos más importantes de la ingeniería de hoy y de las prácticas de ingenierías modernas, y establecer vínculos sociales entre ellos y otros



estudiantes y profesionales). Tomado del Reporte anual del capítulo estudiantil de la ASCE de la Universidad del Norte, de 2019. Como se puede notar, el impacto que tiene esta misión con respecto a los resultados de aprendizaje de ABET es extremadamente alto, no solo para el resultado 7 sino para todos aquellos vinculados con el Criterio 3. Para lograr la misión del capítulo antes descrita, es menester garantizar un número mínimo de miembros y renovar sus listas, organizar actividades que permitan extender los conocimientos de las clases (investigación, salidas de campo, visitas técnicas) y que a su vez permitan generar vínculos más cercanos con los profesores. Así mismo, poner en contacto a los estudiantes con las actividades de la ingeniería, siendo a la vez conscientes del impacto social, ambiental y económico (entre otros) que tienen los proyectos de ingeniería. Estas actividades siempre deben venir acompañadas de actividades sociales y deportivas que permitan la integración entre los miembros y de esta forma se puedan generar nuevos lazos de amistad.

La continuidad de los capítulos estudiantiles requiere contar con ciertos procesos de actualización o relevo generacional que les permita a los estudiantes contar con la oportunidad de vivir la experiencia de pertenecer a las juntas directivas. Anualmente se realizan elecciones y promociones de actividades tendientes a dar a conocer los grupos y capítulos estudiantiles. La herramienta de comunicación predilecta por los estudiantes son aquellas asociadas a las redes sociales como Instagram (@asce.uninorte), Facebook (@asceuninorte), Twitter (@asceuninorte) o YouTube (asce@uninorte.edu.co).

### III. Resultados

Incentivando a los estudiantes a vincularse a las asociaciones profesionales originó una dinámica de escepticismo con respecto a su potencialidad y no todos los estudiantes cuentan con la suficiente curiosidad o motivación para sacar el máximo provecho de su vinculación. Es necesario destinar un tiempo en el salón de clases para explicar el paso a paso de la afiliación a las asociaciones o institutos y, así mismo, explicar las herramientas web con las que se cuenta y a las cuales pueden acceder desde su casa, el aula o incluso a través de sus celulares en cualquier ubicación.

Cada una de las plataformas de las asociaciones cuenta con la posibilidad de entrar en contacto con profesionales de diferentes áreas del conocimiento



y en distintos lugares alrededor del mundo; así mismo, se puede contar con mentores que guíen la toma de decisiones a lo largo de la carrera o sirvan de ejemplo para seguir sus pasos dentro de la profesión. La interacción de los estudiantes con las herramientas fue muy baja (respecto de las expectativas), pero se considera que esto tiene como origen el desconocimiento y falta de confianza en el uso del idioma inglés y el temor a exponerse a demostrar un desconocimiento marcado en algún área del saber. A pesar de que se asignaron actividades de investigación con un nivel elevado de complejidad para que los estudiantes se vieran involucrados con las plataformas, siempre se termina recurriendo a la fuente de información inmediata y sin fuentes fiables (la facilidad de lo inmediato).

Es importante hacerle entender a los estudiantes que el hacer parte de una organización o asociación no se reduce a esperar qué puede hacer la asociación por la persona sino qué se puede hacer para aportar a la asociación y ser un beneficio para la sociedad. A partir de este modo de pensar, se crearon los capítulos estudiantiles de la ACI y la ASCE (Organización o roster del capítulo estudiantil de la ASCE de la Universidad del Norte, 2019, figura 5), cuyo objetivo comprende divulgar dentro de los estudiantes de la carrera y entre los futuros estudiantes de la misma (bachilleres), las bondades de la profesión, las experiencias, los retos, acercar a los estudiantes a través de dinámicas de salida de campo, talleres, excursiones, celebraciones, todo, a través de una organización que funciona como una empresa con sus respectivas funciones y organigrama.

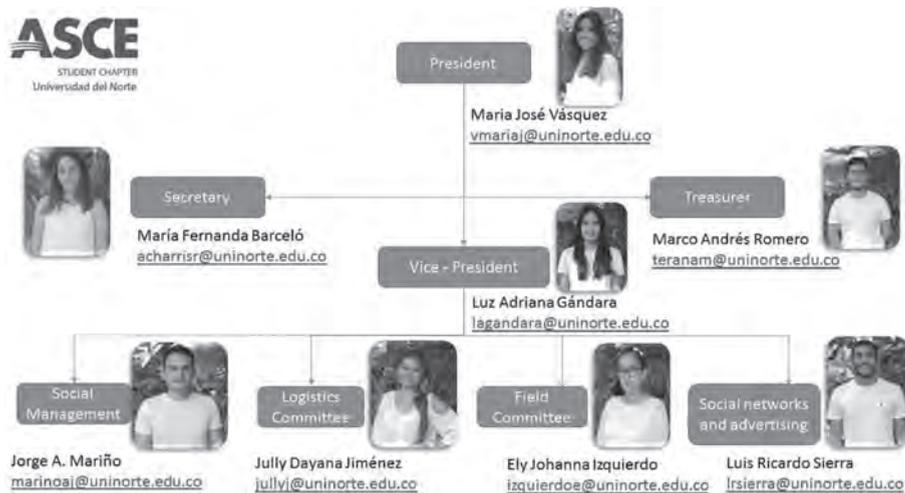


Figura 5. Organización o roster del capítulo estudiantil de la ASCE de la Universidad del Norte, 2019



El mayor reto que enfrentan los grupos y capítulos estudiantiles comprende su sostenibilidad, y esto involucra tanto el componente de pertenencia del recurso humano y, así mismo, contar con recursos financieros para operar. Particularmente, si se garantiza el recurso financiero a través de la realización de actividades que garanticen un ingreso constante o, mejor aún, lograr patrocinios de empresas (que pueden ser en efectivo o en especie, tales como premios, meriendas, camisetas, transportes, etc.), permite que la junta directiva no tenga conflictos internos que siempre deja la insatisfacción de tratar de hacer grandes cosas, pero sin recursos para ello, lo que genera una sensación de impotencia.

Se espera que en los próximos cursos se puedan seguir desarrollando actividades que les permitan a los estudiantes evidenciar la ventaja de estar en contacto con las redes profesionales para potenciar su conocimiento e incrementar las curvas de aprendizaje de la profesión. Esto solo se puede lograr con la voluntad de los estudiantes y el acompañamiento de los profesores para que ellos puedan contar con flexibilidad para participar en las actividades propuestas por los grupos estudiantiles.

#### **IV. Conclusiones**

Es importante que los docentes de ingeniería reconozcan las estrategias de aprendizaje y que éstas puedan ser inculcadas a los estudiantes de forma longitudinal a lo largo de la carrera profesional, partiendo de la taxonomía de Bloom y la metacognición.

Conectar a los estudiantes con la práctica de la ingeniería a través de asociaciones profesionales nacionales e internacionales y hacerlos partícipes de capítulos estudiantiles de dichas asociaciones, redundará en un conjunto de habilidades que no se adquieren completamente en un salón de clases.

La experiencia hasta ahora desarrollada debe seguir permeando las aulas de clase para mejorar la cobertura y así contar con un mayor número de estudiantes beneficiados. Es momento de poner en contacto las aulas de clase con el conocimiento global.

Esta es una experiencia que aún está en desarrollo pero que espera recopilar evidencias que permitan establecer los niveles de crecimiento y desarrollo de habilidades para adquirir y aplicar nuevo conocimiento,



usando estrategias de aprendizaje apropiadas (y conocidas o incluso, desarrolladas por el estudiante).

## Referencias

- [1] ABET, «Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2019 – 2020 | ABET», 14-feb-2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2019-2020/>. [Accedido: 14-feb-2020].
- [2] Old Union University, «Bloom's Taxonomy». 14-feb-2020.
- [3] Louisiana State University, «The study cycle». 14-feb-2020.



**Andrés Fernando Guzmán  
Guerrer,**

Universidad del Norte

*Profesor Asociado, Departamento  
de ingeniería civil y ambiental*

Ingeniero Civil, Universidad  
Nacional de Colombia, Bogotá.  
Maestría en Ingeniería Civil con  
énfasis en Estructuras e Ingeniería  
Sísmica, Universidad de los  
Andes. Doctorado en Ingeniería  
(Biomecánica computacional),  
Universidad de los Andes,  
Colombia.

Cuenta con más de 15 años  
de experiencia profesional y  
académica en el análisis y diseño  
de estructuras metálicas y de  
concreto, estudio de propiedades  
mecánicas de materiales e  
implementación de técnicas de  
experimentación y modelación  
en ingeniería biomédica.  
Coordinador del grupo de

investigación en estructuras y  
geotecnia -GIEG, el cual lleva a  
cabo trabajos de investigación  
en modelación de fenómenos  
físicos en materiales, suelos  
y tejidos biológicos. Miembro  
de asociaciones profesionales  
como ASCE (American Society of  
Civil Engineers), ACI (American  
Concrete Institute), EERI  
(Earthquake Engineering Research  
Institute), ICOMOS (International  
Council on Monuments and Sites),  
AIS (Asociación Colombiana  
de Ingeniería Sísmica), ICCA  
(Instituto Colombiano de  
la Construcción con Acero),  
CCCS (Consejo Colombiano de  
Construcción Sostenible) y ASTM.  
Dentro de las asociaciones e  
institutos, ha participado como  
asesor y miembro de sus juntas  
directivas y así mismo, como  
profesor consejero de grupos  
estudiantiles a nivel universitario.

---

# Hacia la Acreditación Internacional ABET: desafíos en una universidad pública de Colombia

---

*Eduardo Sánchez Tuirán y Mónica Ospino Pinedo*  
*Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias*

## **Resumen—**

Los programas de Ingeniería Civil, Ingeniería de Alimentos, Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena recibieron hace pocos meses la primera visita en campus de parte de pares evaluadores de ABET. Sin embargo, la implementación de este modelo de acreditación internacional en una universidad pública como la Universidad de Cartagena vino acompañada de una serie de particularidades que representaron desafíos que se afrontaron usando diferentes tipos de estrategias. Los aspectos idiosincráticos, económicos y políticos tuvieron un papel protagónico en la definición de los desafíos tanto externos como internos. Se encontró que la realización de una evaluación honesta por parte de los programas de sus limitaciones y fortalezas es vital para establecer un listado de acciones prioritizadas de acuerdo con el costo y al impacto en los procesos académicos-administrativos.



## Abstract—

A few months ago ABET performed the on-site visit to the Civil Engineering, Food Engineering, Systems Engineering and Chemical Engineering programs. However, some particular issues arised and were faced when applying the model as a result of the public nature of the University of Cartagena. The idiosyncratic, economic and political aspects played a leading role in defining both external and internal challenges that were faced. It was found that the realization of an honest evaluation by the Programs of its limitations and strengths is vital for the establishment of a list of prioritized actions according to the cost and the impact on the academic-administrative processes.

## I. Introducción

A medida que los programas académicos nacionales van madurando sus procesos educativos, aparecen en el panorama, cada vez con mayor frecuencia, retos que antes no eran considerados de la competencia de las instituciones. Es así como la acreditación de programas de ingeniería, tecnología y ciencias según los criterios de la *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET) es cada vez más un desafío realista que los programas de estas carreras están afrontando en los últimos años.

ABET inició actividades en Estados Unidos hace más de 80 años como el *Engineer Council for Professional Development*. En 1979 extendieron sus fronteras y empezaron los procesos de acreditación a escala internacional en Canadá.

En la actualidad, se puede afirmar que este es un momento idóneo ya que la internacionalización de los programas y las universidades es un objetivo generalizado en el que el aseguramiento de la calidad y la innovación forman parte fundamental de la formación de nuevos profesionales que deben afrontar las exigencias de una sociedad cada vez más demandante y con grandes expectativas.

## II. Contexto de la Universidad de Cartagena

La Universidad de Cartagena cuenta con una tradición de casi 200 años desde sus inicios. Ha sido la *alma mater* de numerosos profesionales que



han aportado al desarrollo de la sociedad caribeña, colombiana y mundial. En el año 2014 fue la primera Institución de Educación Superior (IES) de carácter público de la región Caribe colombiana en recibir la certificación de Acreditación Nacional de Alta Calidad según los estándares del Consejo Nacional de Acreditación del Ministerio de Educación Nacional. Ese mismo año, el ahora rector y entonces vicerrector académico, Édgar Parra Chacón, se postuló a la rectoría de la universidad y presentó como uno de sus objetivos de gobierno la internacionalización de la institución a través de la acreditación internacional de los cuatro programas de la Facultad de Ingeniería: Ingeniería Civil, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Cabe destacar que los tres primeros cuentan con la Acreditación Nacional de Alta Calidad por sus procesos académicos-administrativos.

Si bien el Programa de Ingeniería Civil tiene una larga tradición de más de 60 años en la universidad, los otros tres programas son relativamente jóvenes, con inicio en los últimos 20 años. A pesar de esta característica, todos los programas y la facultad en general decidieron afrontar el reto de la acreditación internacional ABET con dos fines: primero, como una forma de mejorar los procesos educativos a través de la revisión de los contenidos y enfoque de los programas y segundo, como una forma satisfacer algunas necesidades evidentes de los programas aprovechando el decidido apoyo de la administración central.

### **III. Contexto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena cuenta con cuatro programas presenciales de ingeniería, un programa a distancia de Ingeniería de Software y uno técnico profesional en Operación de Procesos Petroquímicos.

Históricamente, la Facultad ha recibido a muchos estudiantes de diferentes procedencias y situaciones socioeconómicas. Sin embargo, la población estudiantil ha sido típicamente de estudiantes de primera generación que acceden a educación superior, procedentes de familias de bajos ingresos y con situación socioeconómica en desarrollo.

Esto había influenciado las dinámicas de enseñanza-aprendizaje hacia una estrategia más tradicional de profesor/emisor-estudiante/receptor



monolingüista que garantizara buenos resultados en los procesos de transferencia de conocimiento, especialmente en el apartado técnico (habilidades duras). Esta situación propició que las generaciones de estudiantes que egresaron de los programas tuvieran un gran potencial de mejora en lo relacionado con las habilidades blandas ya que, una vez en el sector laboral, se haría evidente la necesidad de aplicar esas otras habilidades para el desarrollo profesional.

Así mismo, los recursos educativos con los que se contó por muchos años fueron tradicionales: marcador/tiza y tablero, proyector, computador y salas de informática. El acceso a material bibliográfico y bases de datos fue apropiado en términos generales, aunque con claras tendencias hacia la adquisición de títulos en español, en el caso de las bibliotecas, y con número de búsquedas en aumento a medida que se fortalecían los grupos de investigación y semilleros y la comunidad científica. Solo recientemente se han adquirido tableros inteligentes para algunas salas y se ha renovado una parte de los equipos de cómputo para las clases y los laboratorios.

En relación con la planta docente de nuestros programas, la contratación de nuevos profesores para atender a la creciente población estudiantil había sido lenta. El Programa de Ingeniería Civil tiene una nutrida planta docente de profesionales con amplia experiencia en el campo ingenieril tanto académico como industrial. Esta característica viene acompañada, naturalmente, de una media de edad alta y con necesidades de planificar un relevo generacional paulatino.

Por su parte, la planta docente de los programas de Ingeniería de Alimentos, Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Química es más reducida; no obstante, tienen una media de edad más baja, por lo que el relevo generacional no será una preocupación, al menos en los próximos lustros.

En estas circunstancias se presentaron diversas situaciones, tanto con los profesores como con los estudiantes, relacionados con la implementación del proceso de acreditación internacional ABET. A continuación, se presentan los tipos de desafíos (externos e internos) más relevantes que la facultad y la universidad, como institución de carácter público, tuvieron que afrontar y la forma en que lo hicieron.



## A. Desafíos externos

### 1. Recursos económicos limitados

La Universidad de Cartagena, al ser una IES de carácter público, para su operación depende en mayor medida de los aportes del Gobierno. Los aportes recibidos por el sector privado son mínimos y se cuenta, principalmente, con los recursos provenientes de fuentes externas para la subvención de los procesos de investigación y desarrollo que llevan a cabo los grupos de investigación de la universidad. Así mismo, los ingresos percibidos por las matrículas pagadas por los estudiantes son bajos debido al carácter público y a la procedencia socioeconómica de la mayoría de estudiantes.

Ante este panorama, el enfoque para suplir las necesidades se basó primero en el reconocimiento de las limitaciones financieras, de infraestructura y procedimientos, con el fin de ajustar los procesos académicos a la realidad y evidenciar las necesidades más apremiantes.

Uno de los ajustes realizados fue el mejoramiento de la gestión en la planificación de necesidades de los programas. Entre las necesidades se destacan la provisión adecuada y oportuna de materiales y reactivos, el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, la remoción y reposición de equipos especializados debido a obsolescencia tecnológica, entre otras. Todos estos procesos impactaron directamente en uno de los aspectos de mayor importancia para el proceso de acreditación internacional ABET, que es la seguridad, tanto en el laboratorio como en el campus, de los estudiantes y la comunidad académica en general.

De igual forma, se aplicaron estrategias para incrementar el uso de las herramientas disponibles tales como el material bibliográfico y bases de datos a través de actividades orientadas hacia la consulta de fuentes de información relevantes y actualizadas. Se destaca en especial el énfasis en la preparación de contenidos de apoyo en clase y la consulta de textos en inglés para fortalecer los conocimientos en este idioma tanto de los estudiantes como de los profesores.

También se fortalecieron los vínculos con el sector empresarial e industrial a través del contacto directo de profesores y estudiantes, con el



fin de establecer un canal de comunicación directo entre la academia y la actualidad laboral. Como resultado de este fortalecimiento se incrementó el número de estudiantes en prácticas profesionales, así como la frecuencia de las visitas recíprocas del sector industrial y el académico, lo cual fortaleció los procesos de enseñanza al incorporar el punto de vista de los profesionales experimentados en los campos de interés.

## 2. Paradigma: nicho asegurado

La Universidad de Cartagena cuenta con un sistema de ingreso de nuevos estudiantes que consiste en la presentación de un examen de conocimientos generales en diversas áreas, el cual se realiza dos veces al año. Todos los aspirantes deben pasar por esta etapa para conseguir un cupo en las carreras profesionales y tecnológicas que se ofrecen.

Como se había mencionado anteriormente, la mayoría de los estudiantes que forman parte de la Universidad de Cartagena provienen de familias de situación socioeconómica en desarrollo y es frecuente que sean el primer miembro de la familia que accede a una IES. Por lo tanto, es recurrente el hecho de tener pocas expectativas (o incluso ninguna) relacionadas con los métodos de aseguramiento de la calidad debido a que ignoran cómo se da este tipo de procesos. Sin embargo, una vez que han ingresado a los programas tienen la oportunidad de enfrentar estas exigencias en los cursos que toman, lo cual les permite crear conciencia de la importancia y necesidad de llevar a cabo procesos estandarizados y realizar un seguimiento para establecer las causas de un bajo desempeño y las posibles soluciones para evitar este tipo de situaciones en el futuro.

## 3. Paradigma: costo de acreditación internacional

La acreditación internacional *ABET* tiene unos costos importantes para cualquier IES, bien sea de carácter público o privado. Los costos se pueden agrupar en tres categorías.

- a. Costos fijos asociados a las etapas del proceso, tales como el envío del *Readiness Review* luego el *Request for Evaluation* y más adelante para recibir la visita al campus del equipo de *Program Evaluators (PEV)* y *Team Chair (TC)*.



- b. Costos de capacitación y asesoría a través de la asistencia a los eventos organizados por ABET tales como el *Symposium*, *Workshops*, y el *Institute for the Development of Excellence in Assessment Leadership* (IDEAL).
- c. Costos de adecuación de infraestructura, los cuales pueden ser, por mucho, los más importantes si no se habían realizado inversiones en este aspecto en los años precedentes en los programas interesados en acreditarse internacionalmente.

Ahora bien, la inversión en el inciso *a* es fija y debe ser estudiada en detalle por la administración central de la IES para establecer si está o no en capacidad financiera de seguir adelante con los procesos de *assessment* en los programas.

Por otra parte, los costos del inciso *b* pueden reducirse haciendo una selección de la persona o grupo de personas que atenderán las capacitaciones y harán el acompañamiento para transferir estos conocimientos a sus colegas mediante presentaciones, talleres y actividades varias que contribuyan a afianzar los procesos en la planta docente. Aquí es importante destacar la relevancia que tiene la capacitación, ya que en los eventos mencionados se cuenta con la participación de PEV, TC y el personal administrativo de ABET, a quienes se les puede consultar en un ambiente profesional y al mismo tiempo casual acerca de inquietudes relacionadas con temas tales como el *assessment*, la elaboración de rúbricas, la interpretación de los *Student Outcomes (SO)*, entre otros, así como la de colegas que pueden estar en la misma situación.

Finalmente, los costos de adecuación de infraestructura se deben realizar atendiendo las necesidades de los programas que están afectando (o podrían afectar) la obtención de los SO por parte de los estudiantes durante su formación profesional, y más allá de los *Program Educational Objectives* (PEO), por parte de los egresados, a unos pocos años de su graduación. Entre las necesidades más frecuentes observadas en diferentes programas se encuentran:

- Equipos de laboratorios obsoletos tecnológicamente.
- Materiales y reactivos que no están disponibles para la realización de actividades académicas.



- Oficinas de profesores individuales para la atención de estudiantes en un ambiente propicio para las consejerías tanto académicas como profesionales.
- Deficiencia de material bibliográfico y acceso a información por parte de los estudiantes.
- Campus que no garantiza bienestar a los estudiantes (ausencia de zonas verdes y escenarios de esparcimiento, pobre/inestable conexión a Wi-Fi, servicios de cafetería limitados, escasez de recursos tecnológicos tales como salas de informática, deficiencia de facilidades de acceso a personas con discapacidades físicas, entre otros).
- Falta de señalización del campus y, en especial, de laboratorios.
- Instalaciones de atención médica de primeros auxilios deficientes.

#### **4. Dinámicas políticas y su influencia en los procesos administrativos**

La Universidad de Cartagena cuenta con un proceso de elección de rector que se realiza cada cuatro años (el más reciente fue en el año 2018). Así mismo, otros procesos electorales externos tales como la elección de alcalde de la ciudad, gobernador del departamento y presidente de la república afectan la autonomía de inversión ya que, en todos los casos, se deben tener presente las épocas en las que rige la Ley de Garantías. Adicionalmente, pueden aparecer otras dificultades tales como las elecciones atípicas de alcalde, tal como sucedió en la ciudad de Cartagena de Indias en varias oportunidades desde 2013, lo cual solo hace más complicado realizar un plan de inversiones. Por tal razón, se recomienda que se realice una planificación a dos o tres años que tenga en cuenta los aspectos electorales y políticos con el fin de establecer cronogramas de avance y de inversión realistas y consecuentes con las condiciones del país.

### **B. Desafíos internos**

#### **1. Contratación de nuevos profesores y condiciones laborales**

Uno de los criterios evaluados en el modelo de acreditación internacional ABET es el de *Faculty* o planta docente. Si bien es cierto, no existe una



relación exacta del número de estudiantes por cada docente requerida por ABET; cada programa que busca esta acreditación debe demostrar que cuenta con una planta docente suficiente y cualificada para atender su población estudiantil y permitir que ésta desarrollen los SO que les permitan alcanzar los PEO a los pocos años de su graduación [1]. En este sentido, un desafío que hubo que afrontar fue el fortalecimiento de la planta docente tanto en número como en formación doctoral y con experiencia en el sector productivo.

Para lograr dicho fortalecimiento se necesitó una labor ardua de gestión por parte de la decanatura y la vicedecanatura curricular ante el Rector de la Universidad y los altos cuerpos directivos como lo son el Consejo Académico y el Consejo Superior, para hacer notoria la necesidad existente del fortalecimiento de la planta docente. Por primera vez en la historia de la Universidad de Cartagena se logró la aprobación de apertura de convocatoria de concurso de méritos para 21 docentes en una facultad. En su mayoría, se trató de docentes con formación doctoral y experiencia en el sector productivo, que llegaron a dinamizar la Facultad de Ingeniería en los tres procesos misionales de la institución: docencia, investigación y extensión.

En cuanto a la mejora de las condiciones laborales, se logró poner en marcha un proyecto para la construcción de 72 nuevas oficinas para docentes, cada una amoblada y equipada con las herramientas tecnológicas necesarias para permitirle al docente contar con un espacio adecuado para brindar consejerías tanto académicas como profesionales, que es uno de los aspectos fundamentales en esta acreditación. Fue así como los docentes de la Facultad de Ingeniería pasaron de tener cubículos compartidos a oficinas privadas y confortables que les permiten brindar asesorías tanto académicas como profesionales de una mejor manera.

## 2. Resistencia docente a la implementación de nuevos procesos

El ser humano es dado a permanecer en su zona de confort y resistirse a los cambios, más aún cuando estos suponen nuevas tareas u obligaciones. En este sentido, la resistencia por parte de la planta docente a la implementación de los procesos de *assessment* no se hizo esperar. No obstante, se implementaron algunas estrategias que permitieron



incorporar los procesos y procedimientos de la acreditación ABET en el quehacer de los docentes, con el fin de que estos se pudieran implementar de la manera más natural posible. Entre dichas estrategias, se pueden resaltar:

- La designación de un Líder de ABET o Coordinador de *Assessment*. Este docente es el encargado de promover e impulsar todos los procesos y procedimientos de la acreditación. Elabora informes semestrales de los resultados de medición de los SO y los presenta ante el Comité Curricular y el Consejo de Facultad. También recibe capacitaciones en los espacios ofrecidos por ABET y se encarga de mantener a todos los miembros de su programa informados acerca de los lineamientos y cambios en el modelo.
- La designación de un Líder de SO. Teniendo en cuenta que los programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena se encuentran organizados por departamentos o áreas de formación, se trató de elegir como líder de SO al jefe de departamento cuya área de formación fuera más afin con el SO asignado. De esta manera, la medición de los SO serviría a su vez como insumo para la evaluación del rendimiento de los estudiantes en cada asignatura y del desarrollo de las mismas, lo cual facilita el proceso de proposición de acciones de mejoras, que se socializan en el Comité Curricular, donde se toman decisiones en pos del aseguramiento de la calidad, basado tanto en el rendimiento de los estudiantes como en los resultados del *assessment*.

### 3. Monolingüismo

La heterogeneidad en el nivel de competencia en el idioma inglés fue otros de los retos que surgieron en el camino. Esto, sin lugar a dudas, se presentó como uno de los más grandes inconvenientes al pensar en el hecho de prepararse para la búsqueda de esta acreditación, teniendo en cuenta que se debía preparar, en lengua inglesa, toda la documentación requerida: *Readiness Review*, *Self-Study Report (SSR)*, actas de reuniones, entre otros. Además de esto, se debe considerar que la comunicación con la agencia es siempre en inglés, y por otra parte estaba el desarrollo de la visita en el campus de los pares evaluadores internacionales de lengua inglesa. Esta limitante añadía un grado de ansiedad al que ya posee todo proceso de acreditación de la calidad.



Para reducir el impacto de este desafío se tomó la decisión de ofrecer clases de inglés a los profesores de la Facultad de Ingeniería en diferentes horarios y niveles, de tal manera que fuera más fácil para ellos acceder a esta capacitación. Estos espacios de capacitación abrieron un canal valioso para la familiarización con la terminología básica y específica que presenta ABET en sus documentos de referencias, tales como: *SSR Template*, *APPM* e información acerca de la línea de tiempo y los pasos por seguir en el proceso de búsqueda de esta acreditación, información que se encuentra disponible en el sitio web oficial de ABET [2].

## IV. Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Universidad de Cartagena por su decidido apoyo en los procesos de capacitación. Así mismo, desean reconocer los aportes realizados por los colegas de los programas de la Facultad de Ingeniería.

## V. Conclusiones

El aseguramiento de la calidad, por medio de entidades acreditadoras de los procesos realizados por los programas académicos de las IES es cada vez mayor. En Colombia, los programas académicos ofrecidos por las IES deben obtener el Registro Calificado. Además, pueden buscar la acreditación de alta calidad, otorgada por el Consejo Nacional de Acreditación. Más recientemente ha surgido el desafío de acreditar estos programas con estándares internacionales. Para programas de ingeniería, una de las acreditaciones internacionales más buscadas en Colombia es la que ofrece ABET.

Respondiendo a las exigencias en cuanto a aseguramiento de la calidad que demanda la educación del Siglo XXI, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, guiada por una política institucional, decidió asumir el reto de buscar la acreditación internacional *ABET* para sus cuatro programas de pregrado presenciales: Ingeniería Civil, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Fue así como en el año 2015 estos programas iniciaron un proceso de entrenamiento y familiarización con el fin de trazar planes y estrategias que les permitieran incorporar los procesos y procedimientos de este modelo en sus procesos académico-administrativos.



La incorporación de dichos procesos y procedimientos permitió fortalecer las relaciones entre la academia y el sector productivo, una participación más activa de los estudiantes, docentes y egresados de estos programas en la definición de los PEO y en los procesos de tomas de decisiones en pos del mejoramiento continuo, incluyendo ahora la medición de los SO, resultados de aprendizaje de los estudiantes. Además, se logró mejorar las condiciones laborales de los profesores de la facultad, entregándole a cada uno una nueva oficina con espacios confortables y apropiados para la atención de estudiantes. Ante todo, cabe destacar la importancia de romper el paradigma de que la acreditación internacional es un proceso que la universidad pública en Colombia no podía implementar por todas las limitantes que su naturaleza le impone.

## Referencias

- [1] ABET. [En línea]. Available: <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/self-study-templates/>. [Último acceso: 02 28 2020].
- [2] ABET. [En línea]. Available: <https://www.abet.org/>. [Último acceso: 28 02 2020].

**Eduardo Luis Sánchez Tuirán**

Universidad de Cartagena  
*Profesor Asistente de tiempo completo del Programa de Ingeniería Química.*

Ingeniero Químico y Doctor en Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander.

Vinculado al sector de la Educación Superior por más de nueve años de los cuales cinco y medio han transcurrido en la Universidad de Cartagena. Es el Coordinador de Acreditación Internacional ABET para el Programa de Ingeniería Química desde el año 2015. Recientemente ha participado como conferencista en escenarios nacionales (universidades públicas y privadas) e internacionales (conferencia en el ABET Symposium realizado en Dallas, Texas, en el 2019) así como en la visita inicial de acreditación ABET para el Programa de Ingeniería Química.

**Mónica Esther Ospino Pinedo**

Universidad de Cartagena  
*Profesora Asistente de tiempo completo del Programa de Ingeniería de Sistemas.*

Ingeniera de Sistemas de la Universidad Tecnológica de Bolívar, Especialista en Gerencia Educativa de la Universidad de San Buenaventura y Magister en Dirección Estratégica de Tecnologías de Información y Empresas de Software de UNINI.

Vinculada al sector de la Educación Superior por más de veinte años. Es profesora de planta del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena desde hace cuatro años y Coordinadora de Acreditación Internacional ABET del mismo Programa desde el 2015 cuando la Facultad de Ingeniería tomó la decisión de implementar el modelo ABET a nivel de pregrado. Recientemente ha participado como conferencista en escenarios nacionales (universidades públicas y privadas) e internacionales (conferencia en el ABET Symposium realizado en Dallas, Texas, en el 2019) así como en la visita inicial de acreditación ABET para el Programa de Ingeniería de Sistemas.



---

# En el ITSA, evaluemos con rúbricas: importancia de la implementación de rúbricas para el fortalecimiento de la evaluación en una formación basada en competencias

---

*Yolanda Inés Muñoz Adárraga*  
*Institución Universitaria ITSA, Barranquilla*

## **Resumen—**

Las competencias pueden evaluarse cuantitativa y cualitativamente. Uno de los instrumentos que se llegan a utilizar son las rúbricas. El enfoque y finalidad de esta propuesta es utilizar las rúbricas para evaluar competencias actitudinales, cognitivas y procedimentales. Se pretende implementar el uso de la rúbrica como uno de los instrumentos para evaluar el proceso de desempeño de los estudiantes ante una actividad o problema de su profesión, tomando como referencia evidencias e indicadores con fines formativos.

La finalidad de la propuesta es capacitar a los docentes para el diseño, aplicación y evaluación



con rúbricas con el propósito de que se conviertan en el instrumento para evaluar objetivamente las competencias, entendiendo las rúbricas **como instrumento de evaluación de competencias**. Las rúbricas son “un descriptor cualitativo que establece la naturaleza de un desempeño” [1]; una matriz de valoración que facilita la calificación del desempeño de los estudiantes en áreas que son complejas, imprecisas y subjetivas, que permiten valorar el aprendizaje.

### Abstract—

The competences can be assessed quantitatively and qualitatively, one of the instruments that are used are rubrics. The approach and purpose of this proposal, use the rubrics to evaluate attitudinal, cognitive and procedural skills. We intend to implement, the use of the rubric as one of the instruments to evaluate the process of performance of the students before an activity or problem of their profession, taking as reference evidence and indicators, with formative objectives.

The purpose of the proposal is to train teachers for the design, application and evaluation with rubrics so that they become the instrument to objectively assess competencies, understanding the rubrics, as an instrument for skills assessment. The rubrics “a qualitative descriptor that establishes the nature of a performance” are a valuation matrix that facilitates the qualification of student performance, in areas that are complex, imprecise and subjective, that allow to value learning

## Introducción

Desde la perspectiva del modelo pedagógico de la Institución Universitaria ITSA, formación basada en competencias, en el PEI, se define la evaluación así: “En el proceso de evaluación por competencias se hace énfasis en la metacognición, entendida como la mejora continua en nuestra actuación a partir de la reflexión. Se promueve la autovaloración (realizada por el estudiante), la covaloración (realizada por pares) y la heteroevaluación (realizada por el docente mediador) de las competencias” [2].

La evaluación basada en competencias tiene las siguientes características: 1) es un proceso dinámico y multidimensional que realizan los diferentes agentes educativos implicados (docentes, estudiantes, institución y la propia sociedad; 2) tiene en cuenta tanto el proceso como los resultados del aprendizaje; 3) ofrece resultados de retroalimentación de manera



tanto cuantitativa como cualitativa; 4) tiene como horizonte servir al proyecto ético de vida (necesidades personales, fines, etc.) de los estudiantes; 5) reconoce las potencialidades, las inteligencias múltiples y la zona de desarrollo próximo de cada estudiante y 6) se basa en criterios objetivos y evidencias consensuadas socialmente, reconociendo además la dimensión subjetiva que siempre hay en todo proceso de evaluación. Además, se vincula con la calidad de la mejora de la educación, ya que se trata de un instrumento que retroalimenta sobre el nivel de adquisición y dominio de las competencias y además informa sobre acciones necesarias para superar las deficiencias en las mismas.

### ¿Cómo evaluar las competencias?

Las competencias pueden evaluarse cuantitativa y cualitativamente. Uno de los instrumentos que se utilizan son las rúbricas. En ellas se enfoca este documento, con la finalidad de presentar la propuesta de una rúbrica para evaluar competencias procedimentales en la elaboración de un proyecto de investigación.

En este proyecto se pretende implementar, el uso de la rúbrica como uno de los instrumentos para evaluar el proceso de desempeño de los estudiantes ante una actividad o problema de su profesión, tomando como referencia evidencias e indicadores con fines formativos. La propuesta es capacitar a los docentes para el diseño, aplicación y evaluación de las rúbricas para que se conviertan en el instrumento para evaluar objetivamente las competencias, entendiendo las rúbricas como instrumento de **evaluación de competencias**. Las rúbricas son “un descriptor cualitativo que establece la naturaleza de un desempeño” Éstas son una matriz de valoración [1] que facilita la calificación del desempeño de los estudiantes en áreas que son complejas, imprecisas y subjetivas, a través de un conjunto de criterios graduados que permiten valorar el aprendizaje, los conocimientos o las competencias logradas.

La Institución Universitaria tiene 22 años de vida académica. Inició labores en 1997, como Instituto Tecnológico de Soledad Atlántico (ITSA), con formación tecnológica. En el 2005 se inició con la modalidad de ciclos propedéuticos, y la formación basada en competencias, buscando evaluar el desempeño del estudiante en los tres componentes de la competencia, el SABER SER, SABER SABER y SABER HACER, de manera que se fuera preparando para incursionar en el sector productivo. La modalidad



académica de la Institución Universitaria ITSA son los ciclos propedéuticos en periodos cuatrimestrales. Para esta propuesta se realizarán inducciones y reinducciones con el fin de capacitar a los docentes, por lo que se hace necesario establecer los lineamientos, determinar los estándares y pautas en el diseño de las rúbricas, de acuerdo con el contexto, los tiempos y los tres componentes de la competencia, para manejar los mismos criterios en toda la Institución Universitaria ITSA.

## I. Planteamiento del problema

En el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la Institución Universitaria ITSA, se lee lo siguiente sobre Evaluación: “En esta fase el docente como evaluador del proceso de aprendizaje del estudiante y responsable de la mejora continua de su curso:

- Evalúa y retroalimenta el proceso de desarrollo de los alumnos. Diseña rúbricas para evaluar el desarrollo de habilidades actitudes y valores. Evalúa, documenta y mejora el proceso de enseñanza y aprendizaje en el curso.
- Verifica el nivel de adquisición de las competencias profesionales, los programas y las acciones de modo que permita la toma de decisiones para la mejora de la formación.
- Verifica objetivamente el nivel alcanzado por los estudiantes, aplicando pruebas de evaluación oportunas para certificar el nivel de capacitación o cualificación logrado.
- Evalúa los componentes del proceso formativo, según la modalidad formativa que se trate, revisando crítica y constructivamente los resultados obtenidos, la información de los participantes y otros profesionales para tomar decisiones e introducir mejoras y variaciones que los adecúen más a las demandas que se pretenden cubrir. Utiliza estrategias/acciones de la retroalimentación durante el desarrollo de la clase.
- Utiliza la tutoría como mecanismo de evaluación del aprendizaje.
- Se apoya en el aula virtual clave en el proceso de aprendizaje de los estudiantes” [2].

Surge la inquietud de la importancia de implementar este proceso de formación y capacitación para lograr el propósito de diseñar las rúbricas y evaluar efectivamente el desempeño de los estudiantes.



## II. Justificación e importancia del estudio

*Evaluemos con rúbricas en la IU ITSA.* El diseño e implementación de rúbricas es muy importante para lograr evaluar verdaderamente las competencias, porque la evaluación en la formación por competencias pasa por considerar que el objeto de la evaluación no son solo los conocimientos adquiridos, sino también, y sobre todo las competencias desarrolladas por los estudiantes. Para ayudar a hacer esta transición se propone ver la evaluación de competencias como un planteamiento videográfico y no fotográfico[3]. En efecto, no se trata tanto de emitir un juicio al final del trayecto como de seguir la progresión del desarrollo de competencias. En este sentido, la evaluación formativa, que informa al estudiante sobre la progresión de su aprendizaje, es un elemento esencial de todo dispositivo de evaluación en una formación por competencias [4]. La evaluación de competencias se basa entonces en el acceso a fuentes múltiples y variadas de información con el fin de determinar si los estudiantes han alcanzado el nivel esperado de desarrollo de competencias, así como un grado suficiente de dominio de los recursos vinculados a cada una de ellas. En la IU ITSA se busca con las rúbricas el instrumento para evaluar las competencias cuantitativa y cualitativamente; con esta propuesta se lograría la evaluación de las competencias transversales actitudinales, competencias cognitivas y competencias procedimentales. Las competencias actitudinales se relacionan directamente con el saber ser o saber actuar frente a una situación determinada. Por esta razón, son competencias extremadamente útiles para el desempeño profesional y sin ellas muchos conocimientos no podrían ser aprovechados.

Las capacidades cognitivas son aquellas que se refieren a lo relacionado con el procesamiento de la información, esto es, la atención, percepción, memoria, resolución de problemas, comprensión, establecimientos de analogías. Las competencias procedimentales se forman por las acciones que van a mejorar el objetivo de un fin ya propuesto; es aquella forma en que el estudiante es el actor principal en la realización de los procedimientos que demandan los contenidos, o sea que va a desarrollar la capacidad de saber hacer.



### III. Objetivos

#### A. Objetivo general

Diseñar rúbricas para evaluar el desarrollo de habilidades, actitudes y valorar el aprendizaje, y los conocimientos que faciliten la calificación y cualificación del desempeño de estudiantes, docentes y funcionarios de la comunidad académica.

#### B. Objetivos específicos

- Elaborar unos modelos de rúbricas para aplicar un piloto.
- Programar calendario de capacitaciones y socializaciones.
- Programar calendario de capacitaciones y socializaciones a los procesos de gestión, talento humano, calidad, vicerrectorías, control interno.
- Elaborar propuesta para presentar ante el Consejo Académico.
- Implementar las rúbricas en el 2019-2 y 2019-3.
- Diseñar un banco de rúbricas.
- Evaluar el proceso de implementación y eficacia de las rúbricas en el 2020-1-2020-2.

### IV. Estado del arte

*Rúbricas para la evaluación de competencias, cuaderno de docencia universitaria [5]*

Este cuaderno es una introducción al uso de rúbricas para la evaluación de los aprendizajes en educación superior. Basado en el curso «Elaboración de rúbricas para la evaluación de competencias transversales», organizado por el Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat de Barcelona, recoge el resultado de la participación del profesorado de distintas enseñanzas de la UB, con la finalidad de colaborar interdisciplinariamente en la elaboración de rúbricas para evaluar las competencias transversales, en primer lugar, y de elaborar rúbricas sobre las propias asignaturas, en segundo lugar.



Para elaborar las rúbricas sobre las competencias transversales se han definido las competencias y se han establecido indicadores y criterios de evaluación. El resultado del análisis, de las definiciones, de los indicadores y de las propias rúbricas no es generalizable, pero constituye un material de primera mano para el desarrollo e implementación de las rúbricas en la evaluación de las asignaturas a partir de los modelos ofrecidos [6].

Evaluar es una de las tareas más complejas y difíciles que afronta el docente, en particular cuando se trata de procesos complejos, pues éstos no pueden ser reducidos a un mero listado de respuestas de estándares que debe saber o repetir el estudiante como las tablas de multiplicar, una serie de definiciones o los verbos irregulares en inglés. Particularmente, en el campo de la educación superior, la evaluación de aprendizajes complejos reviste la mayor importancia, como se ha examinado en un documento anterior [7].

Entre las principales conclusiones que pueden obtenerse de esta presentación se encuentran [8]:

1. Evaluar es un acto complejo con una fuerte carga de subjetividad del docente evaluador, pero que puede escapar de la anomia propia de una escala no significativa como la que está actualmente en uso.
2. La evaluación puede y debe hacerse utilizando la variedad de instrumentos y técnicas que sean necesarios para dar cuenta de la competencia que se analiza. Los típicos formatos de examen (escritos y orales) sobre componentes puramente cognitivos no son suficientes para dar cuenta de la riqueza y complejidad del comportamiento profesional.
3. Las rúbricas son dispositivos útiles que permiten guiar el juicio evaluativo del docente. Sin embargo, no son más que eso: hay condiciones contextuales de desempeño que el docente debe tomar en cuenta al establecer sus juicios evaluativos.
4. Disponer de estándares les permitirá a las instituciones educativas certificar y garantizar las competencias acreditadas a sus egresados. Con ello se resguarda de mejor manera la fe pública y la confianza puesta en las universidades y restantes componentes del sistema de educación superior como únicos acreditadores de las profesiones.
5. Estándares y rúbricas son recursos que pueden y deberían ser utilizados en todos los niveles y ramas del sistema educativo (desde la educación



parvularia hasta los estudios posdoctorales). Primero, porque no hacen otra cosa sino sacar a la luz y poner en común convicciones implícitas acerca de lo que es un buen rendimiento. Segundo, porque permitirá comparabilidad relativa de los juicios evaluativos. Tercero, porque así se servirá mejor a la educación de los niños, jóvenes y adultos, con el consiguiente beneficio para toda la sociedad. Finalmente, porque en el fondo es un acto de justicia, sin más.

**Resumen.** Las rúbricas han emergido como un instrumento valioso para la evaluación de competencias. Pese a su interés, no pueden resolver todas las dificultades asociadas a los procesos de evaluación. En este artículo se repasan algunos argumentos a favor y en contra del uso de rúbricas y, finalmente, se hace un análisis de las evidencias científicas derivadas de la investigación disponible sobre el uso de ellas con el fin de saber si ratifican o no los supuestos beneficios que se les suelen asociar. Los resultados muestran la utilidad de la rúbrica para promover la autorregulación del aprendizaje, pero también arrojan la necesidad de acompañar el uso de las rúbricas con procesos de formación y análisis de fiabilidad y validez del instrumento.

La rúbrica es un instrumento acorde con una visión de competencia. En primer lugar, parece necesario clarificar qué se entiende por rúbrica. En sentido amplio, se identifica con cualquier pauta de evaluación, preferentemente cerrada (tipo *check-list* o escala). En sentido estricto se asimila a una matriz de valoración que incorpora en un eje los criterios de ejecución de una tarea y en el otro una escala cuyas casillas interiores están repletas de texto (no en blanco, como sucede con las escalas para que el evaluador señale el grado de adquisición de cada criterio). En cada casilla de la rúbrica se describe qué tipo de ejecución sería merecedora de ese grado de la escala.

**Conclusiones.** Una de las dificultades tradicionales asociadas a los procesos de evaluación ha sido el desconocimiento de los criterios, que ha llevado a los estudiantes a percibir la evaluación como un suceso arbitrario e incluso azaroso [9]. Ello ha generado que los estudiantes prefieran actividades de evaluación “tradicionales”, con las que se hallan más familiarizados y cuyos criterios, aunque sea implícitamente, conocen mejor [10]. Por ello la evaluación alternativa apuesta firmemente por la difusión y publicidad de los criterios de evaluación. Sin embargo, ambos polos pueden acarrear dificultades. Pese a asumir que el conocimiento



de los criterios puede llevar a resultados más ajustados a procesos y productos de calidad, hay que reflexionar sobre el grado de explicitación de tales criterios, de modo que no anulen la autonomía ni la creatividad [11]. En los últimos años se ha progresado en la necesidad de establecer criterios y en ocasiones se ha llegado a un grado de concreción excesivo e innecesario.

## V. Metodología

Esta investigación se va a realizar con un enfoque cualitativo, en el cual lo importante no radica en el hecho de observar, sino en entender los significados de las acciones vistas en el contexto en el que se desarrollará. En este caso, dicho contexto lo constituye el aula, en donde profesor y alumnos interactúan, negocian significados y comparten práctica [12].

El objeto de esta investigación es la evaluación; para ello, se optó por un enfoque metodológico cualitativo-fenomenológico y por el estudio de casos como método más apropiado para este estudio. Enmarcado en el enfoque ideográfico, el estudio de casos es un método adecuado para estudiar una situación o caso en profundidad y en un periodo relativamente corto. En definitiva, el estudio de casos no deja de ser una descripción exhaustiva, intensa y holística de una entidad singular, de un fenómeno o unidad social [13].

Para realizar esta propuesta se seguirán las siguientes fases:

1. Elaborar modelos de rúbricas para aplicar un piloto y determinar validez y eficacia.
2. Programar calendario de capacitaciones y socializaciones. Evaluar con rúbricas: reuniones docentes por facultades. Programar calendario de capacitaciones y socializaciones a los procesos de gestión talento humano, calidad, vicerrectorías, control interno.
3. Elaborar propuesta para presentar ante el Consejo Académico y tener el aval de la implementación. Implementar las rúbricas en los periodos 2019-2 y 2019-3.
4. Diseñar un banco de rúbricas para los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales de cada módulo.



5. Evaluar el proceso de implementación y eficacia de las rúbricas en el 2020. El hacer de la investigación cualitativa señalará que el conocimiento es resultado de la interacción entre el individuo y su entorno, por lo que su finalidad consiste en llegar a representar e interpretar la cultura tal y como es vista por los participantes en ella [14].

La *investigación cualitativa* tiene como objetivo principal la descripción de las cualidades de un fenómeno. Los investigadores que se apoyan en este tipo de estudio elaboran registros narrativos de los fenómenos, que son estudiados mediante técnicas como la observación no participante y las entrevistas semiestructuradas, con el objetivo de ver los acontecimientos, acciones, normas. Cuando se trabaja con la investigación cualitativa se obtiene la ventaja de estudiar el fenómeno en el escenario natural, y se establece una comunicación más directa entre el investigador y los sujetos investigados; este tipo de investigación es fuerte en validez interna.

El trabajo que se va a realizar, al basarse en este tipo de investigación, adopta un carácter descriptivo interpretativo. *Descriptivo*, porque se enfocará en detallar lo que realmente realizan los docentes para planear y desarrollar sus clases, qué hacen para evaluar el aprendizaje de los estudiantes y cómo evalúan su práctica docente. *Interpretativo*, porque se enfocará en explorar y comprender la perspectiva de los sujetos con respecto al tema de estudio en su contexto: lo que ellos plantean tiene sentido, y a través del estudio y sus resultados pretendemos aportar por qué son importantes las rúbricas en la evaluación de competencias.

## VI. Impactos esperados

Con la implementación de rúbricas como instrumentos de evaluación de las competencias, se espera que todos los docentes logren capacitarse para diseñar e implementar las rúbricas de los contenidos actitudinales, contenidos conceptuales y contenidos procedimentales teniendo como referencia los microcurrículos, los estándares y las competencias.

## VII. Resultados esperados

Se espera para el 2020 contar con un banco de rúbricas con los tres componentes de la competencia y una comunidad académica formada y



preparada para afrontar las exigencias del sector productivo donde llegue a aplicar lo aprendido, porque logró autoevaluarse y ser evaluado y su desempeño está al nivel de esas exigencias.

## VIII. Algunas conclusiones. Investigación en proceso

Con la relación institucional con ABET, y su metodología de evaluación, utilizando rúbricas, se ha iniciado el proceso de capacitación a los docentes en el diseño y elaboración de rúbricas porque la mayoría de los docentes de la institución tienen perfiles diferentes a tener la pedagogía dentro de sus competencias docentes. Como docente experto y magíster en educación, la autora está liderando este proceso en las áreas transversales, utilizando algunos modelos que ha realizado de acuerdo con los parámetros de ABET; los está aplicando en los módulos de comunicación, ética, con el fin de ir familiarizando a los estudiantes en este tipo de autoevaluación y evaluación.

Con el responsable del área de Desarrollo Docente se viene programando unas jornadas técnico-pedagógicas en las que se van a realizar capacitaciones para familiarizar a los docentes con este instrumento de evaluación. Se está realizando en estos momentos un curso virtual de ortografía para docentes, se están autoevaluando con unas rúbricas para que ellos (los docentes) en el papel de estudiantes, vayan observando el proceso y puedan imitar y aplicar en sus clases. En el 2017, en el concurso de méritos para docentes en propiedad, se les hizo evaluación de la planeación y una microclase. Para esto se utilizaron unas rúbricas. Fue una experiencia significativa, porque se logró revisar desde el tono de voz hasta las herramientas pedagógicas utilizadas en la clase.

No ha sido fácil familiarizar al estudiante con las rúbricas de autoevaluación: no saben reconocer sus fortalezas y son jueces demasiado implacables en el momento de calificarse. No quieren autoevaluar las debilidades, porque prefieren que sea el docente quien los evalúe y los califique. Se va a seguir con el piloto de aplicar las rúbricas en las asignaturas transversales, las actitudinales, con el fin de validar los instrumentos modelos que se han elaborado.

Algunos docentes están utilizando estas rúbricas que se han ido elaborando para tener un banco de rúbricas; los docentes afirman sentirse muy bien



evaluando el desempeño en las exposiciones, en la expresión oral por ejemplo, y comentan que éstas les exigen una planeación y una ejecución más cuidadosa de las estrategias de la clase, que lleven al estudiante a desarrollar las capacidades y adquirir los conocimientos para poder evaluarlos, teniendo en cuenta unos criterios y unos lineamientos presentados cuando se inició el desarrollo de la temática. Se espera que las oficinas de Talento Humano y de Desarrollo Docente programen la capacitación para hacer extensiva la experiencia de la utilización de las rúbricas

La utilización de las rúbricas para evaluar el desempeño en las habilidades comunicativas, tales como escribir expresivamente, leer comprensivamente, elaborar discursos orales significativos, ha sido gratificante, porque ha generado conciencia en los estudiantes en cuanto a la importancia de ser más disciplinados, organizados y responsables al asumir los compromisos del aprendizaje. Resulta esencial promover en el ITSA el desarrollo de las competencias exigidas por la oferta educativa nacional del técnico superior, tecnológico y universitario como son las competencias estéticas, metodológicas, operativas, sociales, técnicas y, en particular, comunicativas, a través de la elaboración de un currículo integrado, que se hace operativo mediante la planeación, ejecución y evaluación de propuestas. En el proyecto de utilizar rúbricas para evaluar competencias se presentan argumentos del porqué llevar a cabo estrategias para el desarrollo de esas competencias, sus saberes de ejecución, normas, valores, estándares de comportamiento. Todos estos conocimientos como base para la competencia comunicativa desde la competencia oral y discursiva.

En este momento el banco de rúbricas cuenta con las siguientes:

Rúbricas - Pensamiento crítico I y II

Rúbricas - Ética general y ética, modelos y aspectos relevantes

Rúbricas - Compromiso ético

Rúbricas - Apreciación estética, artes visuales, drama y literatura

Rúbrica- Interdependencia y diversidad

Rúbrica - Método de investigación y trabajo escrito de investigación

Rúbrica - Cooperación y responsabilidad I y II (rúbrica para trabajo de grupo)



Rúbrica - Comunicación oral

Rúbrica - Comunicación escrita –español

Rúbrica - Comunicación escrita – inglés

Rúbrica - Computación e información

Se elaboró una rúbrica para el último concurso docente de la institución, y en los cursos de extensión (Dimantec, Docencia universitaria, Ultracem) se elaboraron rúbricas para evaluar el conocimiento y dominio de los valores corporativos y la expresión oral y escrita.

## Referencias

- [1] Simon, M., & Forgette-Giroux, R. A rubric for scoring postsecondary academic skills. (2001).
- [2]. Proyecto Educativo Institucional. PEI Institución Universitaria ITSA. Soledad, noviembre de 2016 p. 59-60
- [3]. Tardif, J. L'évaluation des compétences. Documenter le parcours de développement. Montréal: Chenelière Éducation, 2006.
- [4]. Scallon, G. L'évaluation formative Bruxelles : De Boeck Université, 2000.
- [5] Alsina Masmitjà, Josep; Argila Irurita Ana; Aróztegui Trenchs, Montserrat; Arroyo Cañada, F.Javier; Badia Miró, Marc; Carreras Marín, Anna; Colomer Busquets, Miquel; Gracenea Zugarramurdi, Mercè Halbaut Bellowa, Lyda; Juárez Vives, Pere; Llorente Galera, Francisco; Marzo Ruiz, Mato Ferré, Mònica, Pastor Durán, Xavier; Peiró Martínez, Francisca; Sabariego Puig, Marta; Vila Merino, Barbara. *Rúbricas para la evaluación de competencias, cuaderno de docencia universitaria*. Ediciones OCTAEDRO Bailen, 5 - 08010 Barcelona, 2013.
- [6]. Hawes B, Gustavo. *Evaluación: Estándares y Rúbricas*. Universidad Talca, 2004.
- [7]. Hawes, G. y Corvalán, O. Construcción de un perfil profesional. Talca, Universidad de Talca, Proyecto Mecesup Tal0101, 2004a.
- [8]. Cano, Elena. Las rúbricas como instrumento de evaluación de competencias en educación superior: ¿uso o abuso? Universidad de Barcelona, 2014.



- [9]. Salinas, D. ¡Mañana examen! La evaluación: entre la teoría y la realidad. Barcelona: Graó, 2002.
- [10]. Van De Watering, G.; Gijbels, D.; Dochy, P.; Van Der Rijt, J. A. Students' assessment preferences, perceptions of assessment and their relationships to study results. *Higher Education* nº 56, pp. 645–658, 2008.
- [11]. Stobart, G. *Tiempos de pruebas: Los usos y abusos de la evaluación*. Madrid: Morata, 2010.
- [12]. Báez, Juan y Pérez de Tudela. *El método cualitativo de investigación desde la perspectiva de marketing: el caso de las universidades públicas de Madrid*. Universidad Complutense de Madrid, 2014.
- [13]. Jarauta-Borrasca, Beatriz; Medina Moya, José Luis. *La formación pedagógica inicial del profesorado universitario: repercusión en las concepciones y prácticas docentes* Magis. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, vol. 1, núm. 2, enero-junio, pp. 357- 370 Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia, 2009.
- [14]. García, Francisco, Granados, Antolin y Martínez, Raquel. *Comprender y construir la mediación intercultural*. UniRioja, 2006.



**Yolanda Inés Muñoz Adárraga**

Institución Universitaria ITSA  
*Profesora Tiempo Completo*  
*Asistente, adscrita a la Facultad*  
*de Ciencias, Educación, Artes y*  
*Humanidades FCEAH.*

Licenciada: Ciencias de la  
Educación Especialidad: Lenguas  
Modernas: español francés  
Universidad del Atlántico.  
Especialista: Educación  
Personalizada Universidad  
Católica de Manizales. Magíster en  
Educación Universidad del Norte.

38 años de experiencia docente:  
diez años Básica Primaria  
(Bachiller Pedagógico Normal  
Superior Nuestra Señora  
de Fátima-1981), diez años  
Educación Secundaria Media, 18  
Educación Superior.  
Experiencia Investigación: 10  
años. Docente investigador grupo  
GISEDH, Grupo de Investigación  
Sociedad Educación y Desarrollo  
Humano. Asesora Pedagógico.

Conferencista temática  
relacionadas con el desarrollo  
de la competencia comunicativa.  
Coordinadora Expresión Oral y  
Escrita Proyecto de Articulación  
Educación Superior con la  
Media en el ITSA y Fundadora  
de la Unidad del Egresado en la  
misma institución. Pasante en la  
Pontificia Universidad Católica  
de Valparaíso Chile, beneficiaria  
MEN e ICETEX procesos  
movilidad docente. Metodología  
de trabajo en el aula busca el  
fortalecimiento de la competencia  
laborales generales: comunicación  
efectiva, comunicación escrita y  
la comunicación oral persuasiva,  
con la estrategia los 5 minutos  
con Yolanda. Carpa Itinerante  
Evaluemos la Competencia  
Comunicativa. Directora,  
coordinadora y presentadora  
programa Exprésate, ITSA Radio  
(106.6 F.M.). Representante de  
los docentes ante el Consejo  
Académico 2015-2017. Mentora  
Red de Paz Jóvenes ITSA.

*Buenas prácticas de assessment en programas de ingeniería*  
se terminó de imprimir en el mes de mayo de 2020 en los talleres  
de Opciones Gráficas Editores Ltda., en la ciudad de Bogotá.  
Somos una empresa responsable con el ambiente.



La segunda publicación de “Buenas prácticas de assessment en ingeniería” continúa exponiendo proyectos de programas, algunos relacionados con la acreditación internacional y experiencias de aula que dan cuenta de una concepción del assessment como el proceso que posibilita el entendimiento e interpretación adecuada de los resultados de aprendizaje, a partir de evidencias e información pertinente para el logro de una educación de calidad.

La División de Ingenierías de la Universidad del Norte y ACOFI se complacen en llevarle a la comunidad académica de ingeniería del país esta segunda versión, en la cual se congregan escuelas de ingeniería de diversas regiones de Colombia, en torno a un objetivo común: compartir aprendizajes y conocimientos para brindar una educación de calidad. Esta publicación ratifica nuestro compromiso con la excelencia en las facultades, escuelas y programas de ingeniería.

