



**Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:  
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



# **EXPERIENCIA DE EVALUACIÓN DEL STUDENT OUTCOME F PARA LA ACREDITACIÓN ABET EN TRES PROGRAMAS DE INGENIERÍA**

**Luis Alberto Torres Herrera, María Gabriela Calle Torres, José Daniel Soto Ortiz, Adela Esther De Castro De Castro, Lucy Esther García Ramos, Norelli Schettini Castro**

**Universidad del Norte  
Barranquilla, Colombia**

## **Resumen**

En el presente artículo se muestran los resultados y reflexiones del trabajo realizado en los programas de ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Sistemas en la Universidad del Norte, en el proceso de medición y evaluación del cumplimiento de los students outcomes de ABET, para la preparación del proceso de acreditación internacional. Este trabajo ha sido realizado por un grupo multidisciplinario de docentes que desarrollaron una metodología para el diseño de las herramientas e instrumentos que permitieron recolectar la información para determinar el grado de cumplimiento específicamente del student outcome f: “an understanding of professional and ethical responsibility”.

Atendiendo los lineamientos generales e institucionales para el proceso de autoevaluación con miras a la acreditación ABET, se definieron las acciones que pudieran ser observables y medibles para que los estudiantes pudieran demostrar su desarrollo y evolución de sus competencias. El student outcome f es una de las competencias que por sus características propias, presenta unas dificultades interesantes para su medición. El student outcome f está clasificado por los expertos de la acreditación, dentro del grupo de competencias denominadas blandas, y que requiere de un abordaje innovador para su medición.

Fue así como desde cada uno de los programas académicos, por intermedio de los comités curriculares y comités de departamento, se seleccionaron los cursos en donde se midieron las competencias de los estudiantes. Este proceso de selección definió dos momentos de medición en el currículo para elaborar un panorama de desarrollo de las competencias transversales en los programas.

El trabajo de nuestro grupo, conformado por profesionales de varias disciplinas inicialmente trabajar para un proyecto de competencias comunicativas, permitió diseñar unas herramientas para la medición del outcome f y realizar una investigación de aula. El punto de partida consistió en diseñar una estrategia, que requirió de una historia en la que se plantearon situaciones hipotéticas, durante el ejercicio de la ingeniería con un contexto a la luz de los problemas que han sido noticia a nivel nacional e internacional. La evaluación de los datos recolectados se realizó mediante una rúbrica elaborada por otro grupo de docentes de la División de Ingenierías.

Las evaluaciones para la medición del cumplimiento del student outcome f se realizaron a través de ensayos elaborados mediante la técnica de escritura argumentativa denominada "Ensayo de los cinco párrafos". Los resultados de las evaluaciones mostraron que los estudiantes, a la luz de la rúbrica, entienden el concepto de ética profesional, reconocen el marco legal y jurídico de la responsabilidad ética y brindaron un conocimiento acerca del desarrollo alcanzado en esta competencia. Sin embargo, el grupo considera que la estrategia utilizada puede ser mejorada, con miras a obtener información que no fue posible medir con los instrumentos diseñados.

**Palabras clave:** Assessment; competencia f; comunicación oral; comunicación escrita; competencias comunicativas en ingeniería

### ***Abstract***

*The paper presents the results of measurement and evaluation of compliance with the ABET student outcome f in three academic programs at Universidad del Norte: Electrical, Electronics and Systems Engineering. This work was carried out by a multidisciplinary group of professors who developed a methodology for the design of specific tools regarding the student outcome f: "an understanding of professional and ethical responsibility".*

*According to general and institutional guidelines for self-assessment process for ABET accreditation, professors defined actions that might be observable and measurable so that students could demonstrate their development and evolution of their competencies. Student outcome f is one competency that, by its very nature, presents interesting challenges for measurement. The student outcome is classified by experts within the group of soft skills; therefore, its measurement requires an innovative approach.*

*Each of the academic programs through curriculum and department committee selected the courses to measure the student outcomes. The selection process identified two moments of measurement in the curriculum to develop an overview of transversal skills development in the programs.*

*The workgroup, initially assembled to work in communication skills, designed a tool for measuring the outcome and conducted a classroom research experience. The starting point was to design a strategy with a story about the professional engineering practice with hypothetical situations in light of the problems that have made*

*headlines nationally and internationally. The data evaluation employed a rubric developed by another group of professors from the Engineering Division.*

*Assessments to measure student outcome f were conducted through documents developed with the "Five Paragraph Essay" technique. Evaluation results showed that students understand the concept of professional ethics recognize the legal and judicial framework of ethical responsibility. Results provided knowledge about the development achieved in this competency. However, the group believes that the strategy used can be improved in order to obtain information that could not be measured with instruments designed.*

**Keywords:** *Assessment; ABET; student outcome f; Oral communication skill; written communication skill; communication skills in engineering*

## 1. Introducción

Todos los proyectos de ingeniería tienen un impacto en el medio ambiente, en la sociedad y en lo económico. Por esta razón, el profesional de la ingeniería debe tomar decisiones que correspondan a las adecuadas soluciones disminuyendo ese impacto. Pero es aquí, cuando él se enfrenta ante los dilemas éticos que lo confrontan.

Desde los 80s aparecen noticias que describen problemas económicos que conducen al cierre de industrias, compañías que más tarde desaparecen, como resultado del actuar antiético de sus directivos. Por esta razón, en la formación de los ingenieros es importante el desarrollo de las competencias que garanticen las capacidades de afrontar éticamente las contingencias de desempeño profesional.

En los currícula de ingeniería de las universidades, se encuentra al menos un curso sobre la ética, y su localización en el programa varía de semestre según la Institución. En el caso de la Universidad del Norte, se tiene un grupo de cursos electivos para enseñar ética, pero el estudiante sólo puede tomar uno. Ante esta situación, que es común en los programas de ingeniería, aparece la preocupación de conocer el grado de conocimiento y de ética del futuro egresado. Esta también es una de las preocupaciones de ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology).

Dos de los retos de la educación superior del siglo XXI consistirán en lograr profesionales éticos, y capaces de comunicarse de manera más efectiva, de acuerdo con los intereses de los nuevos mercados globales (Escudeiro, Escudeiro, Barata, & Lobo, 2011). Esta idea ya tiene mucha relevancia, especialmente para los ingenieros quienes son el grupo de profesionales que están llamados a liderar las transformaciones tecnológicas y sociales de este siglo.

Los docentes de los programas de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Sistemas aprovechando el trabajo que venían desarrollando desde 2011, con el grupo de estudiantes de proyecto final con respecto a las

competencias comunicativas, decidieron estructurar una estrategia que les permitiera evaluar la competencia de ética profesional y al mismo tiempo la competencia de comunicación escrita argumentativa.

## **2. Marco teórico**

La sociedad tiene preguntas con respecto a la formación ética de los Ingenieros: ¿Cuáles son los objetivos de la ética en la ingeniería? Y ¿Cómo se enseña esta competencia? No se puede pensar que el único medio por el cual los estudiantes de ingeniería reciben instrucción ética, corresponde a los cursos de esta temática. Algunas universidades han utilizado el modelo de desarrollo moral de Kohlberg para evaluar el outcome f, basándose en la utilización de dilemas morales con diferentes temas (Haws, D.R., 2001).

Algunos enfoques incluyen los códigos profesionales, lecturas humanistas, fundamentos teóricos, éticos heurísticos, estudios de casos y aprendizaje de servicio para el desarrollo de las competencias éticas que necesitan los ingenieros. Desde la perspectiva de nuestros programas, la estrategia de trabajo consistió en elaborar una historia a manera de estudio de casos, que permitiera a los estudiantes expresar sus argumentos de manera escrita.

## **3. Metodología**

En la fase inicial se definió la rúbrica de evaluación del outcome f: Identificación de la tarea a evaluar, componentes a evaluar, ponderación de los elementos, criterios de evaluación y la escala de apreciación de los niveles de adquisición.

Uno de los pasos más importantes se muestra claramente en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Rúbrica empleada para evaluar los ensayos de Ética Profesional

Criterio de Evaluación	Excelente (5)	Bueno (4)	Marginal (3)	Insatisfactorio (2)	Muy Insatisfactorio (0)
Código de Ética de los Ingenieros	Identifica la Ley 842 de 2003 por el que se define el Código de Ética de los Ingenieros		Reconoce parcialmente la ley		No identifica a la ley que regula la práctica de la Ingeniería.
Registro Profesional	Reconoce la importancia del Registro de Profesionales para la práctica legal de Ingeniería.		Parcialmente conoce la importancia del registro profesional		No reconoce la importancia del Registro de profesionales para la práctica legal de Ingeniería
COPNIA	Identifica el organismo público que controla y supervisa la práctica de la Ingeniería.		Conoce el organismo, más no sus funciones		No reconoce la organización que controla y supervisa la práctica de la Ingeniería.
Ética Profesional	Define el concepto de Ética profesional y una reflexión sobre las principales cuestiones de ética profesional, teniendo en cuenta los derechos morales y obligaciones como ciudadano y como profesional.	Explica el concepto de Ética profesional y la asocia con la práctica profesional.	Explica el concepto de Ética Profesional	Explica el concepto de ética profesional sin asociarlo con la práctica profesional, ni con los principios de Ética de los ciudadanos.	No logra explicar cuáles son las principales cuestiones a tener en cuenta con respecto a la Ética profesional.
Cuestiones reguladas por El Código de Ética de los Ingenieros	Identifica los principales temas regulados por el Código de Ética para la práctica de Ingeniería (Ley 842 de 2003): Generalidades, funciones, deberes, prohibiciones e inhabilidades	Falla en identificar una de las siguientes: generalidades, funciones, deberes, prohibiciones, inhabilidades	Falla en identificar dos de las siguientes: generalidades, funciones, deberes, prohibiciones, inhabilidades	Falla en mencionar más de dos de las siguientes: generalidades, funciones, deberes, prohibiciones, inhabilidades	No menciona cuáles son los temas regulados por el Código de Ética.
El crédito al Derecho de Autor	Respeto derechos de autor, comprende el concepto de plagio y reconoce sus consecuencias. Citas y paráfrasis sin errores.	Respeto derechos de autor, comprende el concepto de plagio y reconoce sus consecuencias. Citas y paráfrasis con algunos errores.	Respeto derechos de autor, comprende el concepto de plagio y reconoce sus consecuencias. Citas y paráfrasis con varios errores.	No es consistente en citar los recursos y comete muchos errores.	No comprende el concepto de plagio ni sus consecuencias. Presenta referencias incompletas, copia textual, no hay bibliografía u omite citar la misma.
Presentación y Escritura	No hay errores gramaticales ni de ortografía. Presenta título y autores.	Máximo 10 errores gramaticales o de ortografía, pero presenta título y autores.	Más de 10 errores gramaticales o de ortografía, pero presenta título y autores.	Más de 10 errores gramaticales o de ortografía. Presenta solamente uno de los siguientes: título o autores	Más de 20 errores de ortografía y gramática. O No hay título ni autores

En el modelo ABET se estableció una matriz de las asignaturas que evaluarían el student outcome F (SO f). Uno de los cursos seleccionado por el comité de currículo fue Proyecto Final de ingeniería. El grupo de docentes elaboró una historia inédita a manera de caso, que fue presentada a los estudiantes. En el taller se les pidió elaborar un ensayo argumentativo eligiendo el tema de su trabajo con el peor caso de falta de ética que desde su parecer estaba descrito en la historia.

La Tabla 2 muestra el número de cursos participantes en las diferentes fases del proyecto.

Tabla 2. Cursos que participaron en el estudio por programa académico y semestre

Programa / Fase	2014	
	Fase 3	Fase 4
	1 <sup>er</sup> semestre	2 <sup>do</sup> semestre
Ingeniería Eléctrica	1	1
Ingeniería Electrónica	1	1
Ingeniería de Sistemas	1	1

Los ensayos se evaluaron mediante la rúbrica de evaluación de textos argumentativos de Barletta y Chamorro (2013), pero la competencia de ética profesional se evaluó mediante otra rúbrica que fue elaborada por un equipo de docentes de la División de ingenierías.

La rúbrica define 7 criterios de desempeño las cuales fueron identificadas de la siguiente forma: nivel 1 es Muy insatisfecho, nivel 2 es insatisfecho, nivel 3 es marginal, nivel 4 es Satisfecho y nivel 5 es excelente. Los criterios de evaluación:

C1 – Ética profesional

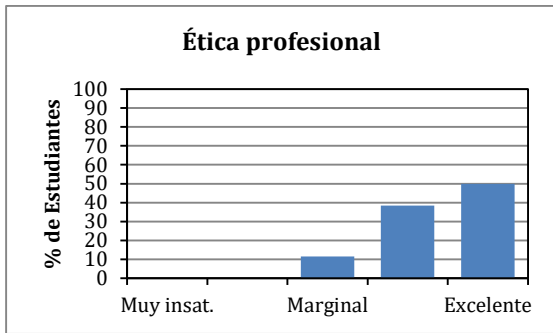
C2 – Código de ética

C3 – Ejercicio regular de la ingeniería

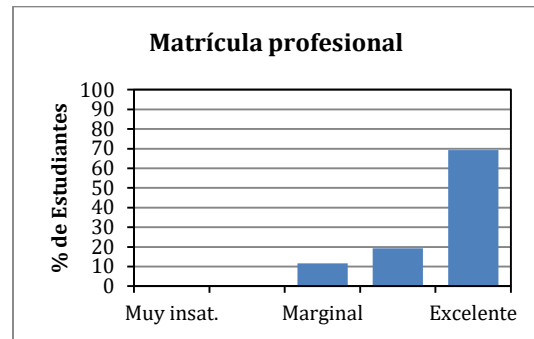
- C4 – Matrícula profesional
- C5 – Conocimiento del COPNIA
- C6 – Créditos a los derechos de autor
- C7 – Responsabilidad profesional

#### 4. Resultados

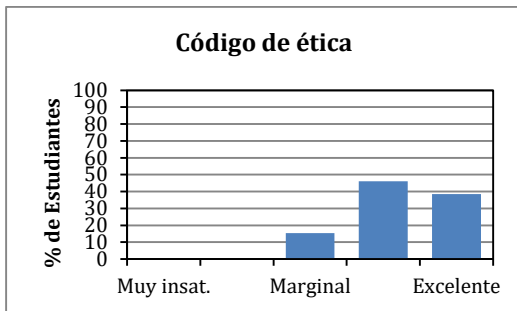
En 2014 se evaluó el Student Outcome f apoyados en la evaluación de las competencias comunicativas escritas de Proyecto Final en la Universidad del Norte (Barranquilla). Aquí mostramos los resultados de la evaluación del Student Outcome f en el programa de Ingeniería Eléctrica, que es similar al obtenido en los otros dos programas.



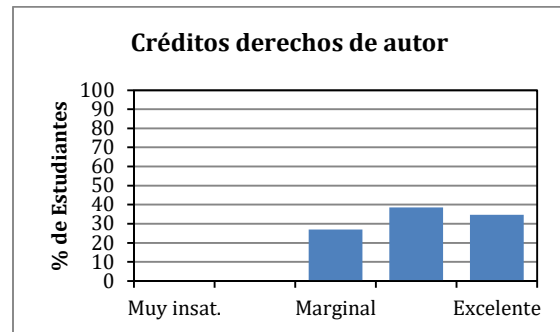
Gráfica 1. C1 – Ética profesional



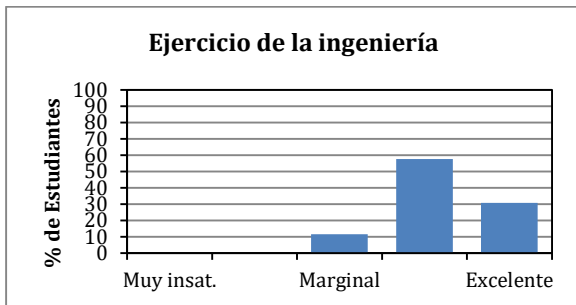
Gráfica 4. C4 – Matrícula profesional



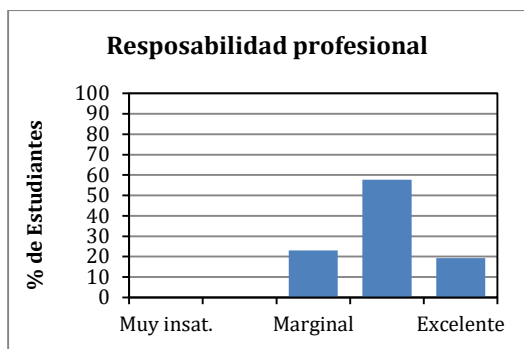
Gráfica 2. C2 – Código de ética



Gráfica 5. C6 – Créditos a los derechos de autor



Gráfica 3. C3 – Ejercicio regular de la ingeniería



Gráfica 6. C7 – Responsabilidad profesional

## 5. Conclusiones

Los resultados arrojan un panorama positivo del porcentaje de estudiantes que demuestran haber desarrollado su competencia. Sin embargo, el grupo de docentes, considera que la rúbrica debe evolucionar para hacer más sencillo el proceso de medición. Pero lo más importante consiste en desarrollar una herramienta que entregue evidencias más contundentes.

Las evaluaciones para la medición del cumplimiento del student outcome f se realizaron a través de ensayos elaborados mediante la técnica de escritura argumentativa denominada “Ensayo de los cinco párrafos”. Los resultados de las evaluaciones mostraron que los estudiantes, a la luz de la rúbrica, entienden el concepto de ética profesional, reconocen el marco legal y jurídico de la responsabilidad ética y brindaron un conocimiento acerca del desarrollo alcanzado en esta competencia. Sin embargo, el grupo considera que la estrategia utilizada puede ser mejorada, con miras a obtener información que no fue posible medir con los instrumentos diseñados.

Este estudio se basó en la aplicación de una metodología para la medición del nivel de cumplimiento de la evaluación de la competencia de ética profesional y además para el fortalecimiento de las competencias argumentativas escritas.

## 6. Referencias

### Libros

- De Castro, A., Soto, J.D., Calle Torres, M.G., García, L., Guerra, D., & Hernández, F. (Octubre, 2013). Competencias comunicativas en proyecto final de ingeniería: informe preliminar. *Foro Internacional de Innovación Pedagógica Innova Cesal*, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. Recuperado de: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema04/268/archivos/redIC\\_ing\\_interdisc\\_03\\_2013.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema04/268/archivos/redIC_ing_interdisc_03_2013.pdf)

- Camacho, A., Calle Torres, M.G., Coronell, G., Domínguez, M., Durango, N., Jimeno, M., Torres, L. (2014). Manual de rúbricas, División de ingenierías.

## Fuentes electrónicas

- ABET Outcomes Explained Using Bloom's Taxonomy, Department of Chemical Engineering Faculty, Auburn University, January 2009. Disponible en: [http://www.eng.auburn.edu/cheweb/faculty/ABET\\_Outcomes\\_Explained\\_Using\\_Bloom's\\_Taxonomy.docx](http://www.eng.auburn.edu/cheweb/faculty/ABET_Outcomes_Explained_Using_Bloom's_Taxonomy.docx)
- Haws, D.R. (2001). Ethics Instruction in Engineering Education: A (Mini) Meta-Analysis. *Journal of Engineering Education*, 90:2, 223-229
- Calle Torres, M. G. (2013). Un modelo de asignatura colectiva en ingeniería: Proyecto Final en Ingeniería Electrónica. World Engineering Education Forum (WEEF 2013). Cartagena: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES).
- De Castro, A., Soto, J.D., Calle, M.G., García, L., Candelo, J., Torres, L. & Gonzalez, R. (April, 2015) Developing Argumentative Documents In Engineering: a Case of Study through the Curriculum. In *11th International Scientific Conference: eLearning and Software for Education ELSE 2015*, Bucharest, 23-24 april 2015. DOI 10.12753/2066-026X-15-003.
- De Castro, A., Soto, J.D., Calle, M.G., García, L., & Guerra, D. (April, 2014). Communication skills in senior engineering students. In *10th International Scientific Conference: eLearning and Software for education ELSE2014*, Bucharest, 24-25 April 2014. DOI 10.12753/2066-026X-14-000.

## Sobre los autores

- **Luis Alberto Torres Herrera:** Ing. Electrónico, Magister en Ing. Electrónica, Profesor Depto. Ing. Eléctrica y Electrónica, Universidad del Norte. [ltorres@uninorte.edu.co](mailto:ltorres@uninorte.edu.co)
- **María Gabriela Calle Torres:** Ing. Electrónica, Máster y Ph.D. en Telecomunicaciones. Profesor Depto. Ing. Eléctrica y Electrónica, Universidad del Norte. [mcalle@uninorte.edu.co](mailto:mcalle@uninorte.edu.co)
- **José Daniel Soto Ortiz:** Ing. Electricista, Magister en Sistemas de Potencia. Profesor Depto. Ing. Eléctrica y Electrónica, Universidad del Norte. [jsoto@uninorte.edu.co](mailto:jsoto@uninorte.edu.co)
- **Adela Esther De Castro De Castro:** Licenciada en Educación, Especialista en Logopedia y Terapia del Lenguaje, Máster en Formación del Profesorado del Español Lengua Extranjera. Profesor Depto. de Español del Instituto de Idiomas, de la Universidad del Norte. [decastro@uninorte.edu.co](mailto:decastro@uninorte.edu.co)
- **Lucy Esther García Ramos:** Ing. de Sistemas, Ph.D. en Ingeniería de Sistemas. Profesor Depto. Ing. de Sistemas y Computación, Universidad del Norte. [lucyr@uninorte.edu.co](mailto:lucyr@uninorte.edu.co)



- **Norelli Schettini Castro:** Ingeniera en Electrónica - Universidad del Norte, Magíster y Ph.D. en Ingeniería Eléctrica, University of South Florida, Estados Unidos. Miembro del Grupo de Investigación en Bioingeniería. Profesor de Tiempo Completo de la Universidad del Norte. [nschettini@uninorte.edu.co](mailto:nschettini@uninorte.edu.co)

---

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

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)