

# Las competencias profesionales en los Proyectos de final de carrera en ingeniería

*Abstract– research carried out in the final project courses of three engineering programs. The purpose of the study is to improve the development of the students' professional competences and to show the evolution of their respective professors to achieve a change in the students. Historically, engineering students have presented problems in the development of their professional skills: communication (written and oral), teamwork and professional ethics. But this has also been a problem for their professors, who must design strategies to improve their learning and development, but also must create valid and transparent evaluation methods of these competences. The paper shows the process followed by a group of professors to help students to develop these skills. Results show that students improve in communication and ethics.*

*Key word - professional skills, communicative skill and ethics.*

## I. INTRODUCCIÓN

En este artículo se presentan los resultados de la investigación de aula realizada en los cursos de Proyecto Final [1] de tres programas de ingeniería con el propósito de mejorar el desarrollo de las competencias profesionales de los estudiantes y también mostrar la evolución que tuvieron sus respectivos docentes para lograr un cambio en sus estudiantes. Históricamente los estudiantes de ingeniería han presentado problemas en el desarrollo de sus competencias profesionales: la comunicación (escrita y oral), el trabajo en equipo y la ética profesional. Pero esto también ha sido un problema para sus profesores, que deben diseñar estrategias para mejorar su aprendizaje y desarrollo, pero además enfrentarse a métodos de evaluación válidos y transparentes de estas competencias.

Este proyecto diseñado para mejorar las competencias profesionales permitió que la investigación de aula consistiera en un estudio cuantitativo, de alcance explicativo, con diseño cuasi-experimental; en donde una primera cohorte fue tomada como grupo de referencia y una segunda como grupo experimental. La evaluación de los datos recolectados por la experiencia se realizó mediante rúbricas. Las evaluaciones antes y después del tratamiento se realizaron a través de sendos ensayos [2] para el caso de las competencias en ética profesional y comunicativas; mientras que las evaluaciones de los pósteres, sustentación e informe final permitieron la

evaluación al final del curso de estas y otras competencias. Con el propósito de adelantar el trabajo en equipo, los estudiantes fueron organizados en grupos de dos y tres personas.

Por otro lado, el trabajo realizado por los docentes en su capacitación, llevó a desarrollar una investigación fenomenológico - hermenéutica en donde se planteó principalmente la pregunta problema: ¿De qué manera ha impactado en la metodología de enseñanza de los profesores de ingeniería la inclusión transversal de las competencias profesionales en sus clases?. Esta parte de la investigación consistió en registrar el trabajo del colectivo durante los varios años de trabajo conjunto, indicando los procesos, los cambios de contenido en las investigaciones de aula sucesivas y el avance de los miembros del grupo para poder demostrar el aprendizaje de los docentes en este colectivo multidisciplinario.

Los resultados del trabajo con los estudiantes fueron positivos, mostrando mejorías en las competencias profesionales. En el caso de los docentes los resultados también fueron positivos y consistentes con la hipótesis planteada. Se destaca una notable mejoría en el desempeño de los estudiantes después de la intervención realizada; y estos resultados coinciden con los resultados obtenidos por otros investigadores según la literatura revisada. La inclusión transversal de las competencias profesionales en las clases ha impactado de forma positiva; no sólo en la metodología de enseñanza, sino a la vez, en su desarrollo como profesionales.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

Recientes trabajos de investigación han mostrado que la población de recién egresados de los programas de ingeniería presentan problemas con sus competencias profesionales: comunicativas, ética profesional y trabajo en equipo. Esto puede ser catalogado como deficiencias que les impiden realizar de una manera adecuada sus proyectos de curso y proyecto final de carrera [3]–[6]. Así mismo, otra consecuencia de dicha deficiencia corresponde a resultados de bajo desempeño en el mercado laboral. Esto ha sido corroborado con las entrevistas con los empleadores de los estudiantes que hacen una práctica industrial. Los empleadores solicitan de nuestros programas de ingeniería, mayores

Digital Object Identifier: (to be inserted by LACCEI).  
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

esfuerzos en la formación de los estudiantes y futuros egresados en competencias comunicativas, tanto orales como escritas, en valores y ética profesional y su desempeño en trabajos en equipo.

Uno de los estudios revisados mostraba que la intervención con herramientas de competencias comunicativas ayudó a los estudiantes a obtener mejores resultados en los cursos propios de la disciplina, como una de las competencias profesionales a mejorar en los últimos semestres de ingeniería en la Universidad de Winsconsin [7]. Conscientes de esta situación, los autores diseñaron un proceso de intervención, tanto para los docentes como para los estudiantes de las asignaturas involucradas, sobretodo en Proyecto Final, la última asignatura de la carrera [8]. Los profesores diseñaron una metodología que ayudó a medir, y a desarrollar las otras competencias, basados en el trabajo de la competencia comunicativa de manera transversal.

Otro ejemplo similar incluyó una intervención para estudiantes de Lenguas e Ingeniería de Sistemas [9]. Este estudio indicó que es necesario realizar sesiones de tutorías generales y particulares a los grupos de trabajo, para obtener resultados exitosos y premiar el trabajo en equipo. Al respecto, [10] presenta buenos resultados de intervención en sus investigaciones con grupos interdisciplinarios de cuatro programas de ingeniería que desarrollaron proyectos conjuntos. Sin embargo, el equipo de profesores en este artículo, decidió dedicar sus esfuerzos en las competencias comunicativas y la ética profesional, aunque el desarrollo de los proyectos finales se realizó en grupo de dos y tres estudiantes. Esta competencia de desarrollar habilidades para el trabajo colaborativo y en equipo, se planteará para una fase posterior.

### III. OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Mejorar la calidad de las competencias profesionales de los estudiantes de la asignatura de Proyecto Final en tres (3) programas de ingeniería: Electrónica, Eléctrica y Sistemas.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Generar un diagnóstico sobre la percepción que tienen los estudiantes de ingeniería sobre la importancia de las profesionales.

Capacitar a los profesores de la asignatura Proyecto Final en el uso de herramientas que les permitieran evaluar la evolución de los estudiantes.

Diseñar una estrategia para mejorar las competencias profesionales de los estudiantes.

## IV. METODOLOGÍA

La necesidad del presente estudio se generó después de observar varias limitaciones y algunas fallas técnicas en los proyectos finales. Inicialmente, el tamaño del curso que juega un papel importante en el rendimiento de los equipos. La revisión de la literatura llevó a los autores a tratar de armar un proceso de intervención, tanto para los docentes de la asignatura Proyecto Final como para sus estudiantes. Al respecto, Yelamarthi (2012) presenta buenos resultados de intervención en sus investigaciones con grupos interdisciplinarios de 4 ingenierías que desarrollaron proyectos conjuntos.

Para los dos años se repitió la misma actividad planteada: Pretest, y luego se realizó una intervención que consistió en la formación de los docentes (ingenieros) sobre competencias comunicativas, debido a que esta competencia fue el eje de intervención, trabajo y evaluación de las otras competencias profesionales. A continuación los profesores reforzaron dichos conceptos con los estudiantes, y finalmente los estudiantes elaboraron un nuevo ensayo que se tomó como Postest. La metodología consistió en un estudio cuantitativo, de alcance explicativo, con diseño de pretest y postest [11].

TABLA I  
CURSOS DE PROYECTO FINAL POR AÑO

Programa / Fase	Año 1		Año 2	
	Fase 1 1er semestre	Fase 2 2do semestre	Fase 3 1er semestre	Fase 4 2do semestre
Ingeniería Eléctrica	1	1	1	1
Ingeniería Electrónica	1	1	1	1
Ingeniería de Sistemas	1	1	1	1
Total	3	3	3	3

El proceso de la metodología con los estudiantes fue el siguiente:

**Etapa 1:** Diagnóstico y alineación de los cursos. Los profesores realizaron actividades para determinar el nivel base en los grupos de estudiantes.

**Etapa 2:** Conformar los equipos según las preferencias de los estudiantes.

**Etapa 3:** Utilización de un modelo de proyecto de diseño en ingeniería.

**Etapa 4:** Ofrecer talleres y seminarios basados en el progreso de los estudiantes: charlas de ética profesional, intervenciones.

**Etapa 5:** Seguimiento y realimentación según su desempeño.

**Etapa 6:** Elaboración de procedimiento de evaluación basado rúbricas y realizado en algunos momentos por evaluadores externos.

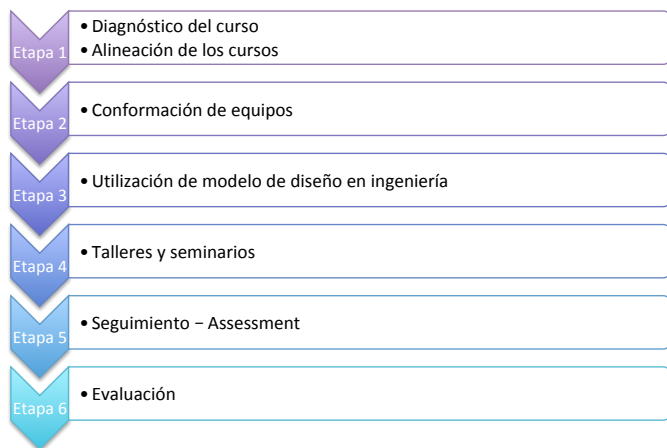


Fig. 1 Metodología del proceso con estudiante

Mientras que el proceso de la metodología con los profesores fue el siguiente:

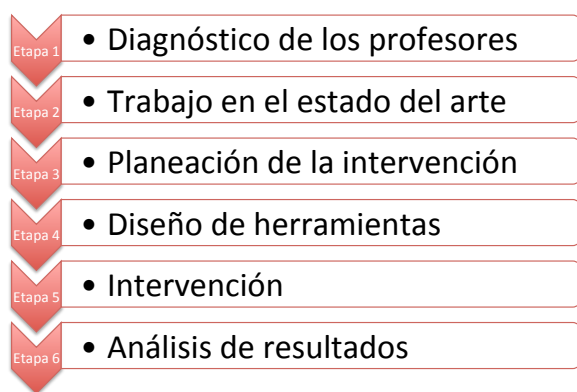


Fig. 2 Metodología del proceso con profesores

**Diagnóstico de los profesores:** en esta etapa los profesores apoyados con un experto en lenguas y educación,

se evaluaron, con miras a detectar sus debilidades. E resultado de este ejercicio académico, fue un proceso de capacitación, intensivo que permitió la evolución de los profesores.

**Trabajo en el estado del arte:** Fue una etapa de trabajo en búsqueda en bases de datos, en entrevistas con profesores que habían realizado experiencias similares, o que estaban trabajando en investigación de aula con estudiantes de últimos semestres de su carrera.

**Planeación de la intervención:** Se estimaron las actividades a realizar, ajustadas al calendario académico de la institución.

**Diseño de herramientas:** Los docentes elaboraron instrumentos de evaluación, adaptaron rúbricas que fueron sometidas a revisión de pares expertos. En esta etapa fueron varias las sesiones de trabajo con los pares evaluadores, quienes nos brindaron una asesoría y capacitación.

**Intervención:** Se realizó en todos los grupos, según lo planeado. Consistió en la capacitación de los estudiantes, mediante dos clases magistrales y talleres guiados en competencias comunicativas. El trabajo de estudio de casos en el tema de ética profesional y la invitación de una conferencia por parte de un reconocido miembro de la asociación de colombiana de ingenieros, ACIEM, capítulo Atlántico.

**Análisis de resultados:** Se recolectaron todos los datos de las actividades y evaluaciones planeadas. Se realizaron grupos focales con los estudiantes de los períodos intervenidos. También se hizo un grupo focal con todos los docentes que participaron en la intervención.

TABLA II  
HERRAMIENTA DISEÑADA PARA EVALUAR ÉTICA PROFESIONAL (RÚBRICA)

Criterio	Escala y descriptores				
	M u y insatisfactori o	Insatisfactori o	Marginal	Satisfactorio	Excelente
Identificar el comportamiento profesional y ético del ingeniero regulado por el código de ética (ley 842 de 2003)	No demostró comportamiento relacionados con el código de ética	No identifica la mayoría de los comportamientos relacionados con el Código de Ética para la práctica de la Ingeniería.	Identifica algunos de los comportamientos relacionados con el Código de Ética para la práctica de la Ingeniería.	Identificar la mayoría de los comportamientos relacionados con el Código de Ética para la práctica de la Ingeniería.	Identifica todos los comportamientos relacionados con el Código de Ética para la práctica de la Ingeniería.
Explicar la responsabilidad que tiene el ingeniero	No explica la responsabilidad	No explica la responsabilidad del Ingeniero en su profesión.	Explica la responsabilidad del Ingeniero en su profesión, pero las explicaciones no son adecuadas.	Explica la responsabilidad del Ingeniero en su profesión, de manera parcial.	Explica detalladamente la responsabilidad del Ingeniero en su profesión.
El crédito al derecho de autor	No uso citas	No presenta citas, hay copia textual, no hay bibliografía.	Falta la mayoría de las citas dentro del texto.	Citas y paráfrasis con algunos errores.	Todas las Citas y paráfrasis sin errores.

La tabla II muestra la rúbrica que fue diseñada por los profesores para evaluar la competencia de ética profesional en los estudiantes de proyecto final. La escala de evaluación utilizada fue: excelente, satisfactorio, marginal, insatisfactorio y muy insatisfactorio.

La tabla III muestra parte de la rúbrica que se utilizó para la evaluación del informe definitivo del proyecto final. Se observa que la escala de evaluación tiene cuatro niveles de desempeño: excelente, bueno, regular y deficiente.

TABLA III  
RÚBRICA PARA EVALUAR DISEÑO EN INGENIERÍA

Criterio	Escala y descriptores			
	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
Claridad en la Presentación de Criterios de diseño:	Se presentan de manera explícita los criterios de diseño para toda la solución planteada	Se presentan de manera explícita los criterios de diseño para algunas partes de la solución planteada.	Los criterios de diseño que se presentan no son los apropiados para la solución planteada.	No se presenta ningún criterio de diseño
Claridad en la Presentación de Criterios de selección	Se presentan de manera explícita los criterios de selección de las herramientas usadas en la solución planteada	Se presentan de manera explícita los criterios de selección para algunas partes de la solución planteada.	La mayoría de criterios de selección no se presentan de manera explícita.	No se presenta ningún criterio de selección
Presentación Completa de Plan de pruebas y experimentos	Se presenta un plan de pruebas y experimentos completo que permite verificar el cumplimiento de todos los objetivos según la delimitación dada al proyecto	Se presenta un plan de pruebas y experimentos incompleto con el cual se permite verificar el cumplimiento de todos los objetivos según la delimitación dada al proyecto	Se presenta un plan de pruebas y experimentos que no es el apropiado para el cumplimiento de los objetivos.	No se presenta un plan de pruebas o No se ejecutan las pruebas
Adecuada presentación de Análisis de sus resultados	El análisis de resultados es objetivo y apoya las conclusiones.	El análisis de resultados tiene cierto grado de subjetividad.	El análisis de resultados es totalmente subjetivo, sin sustento en los datos experimentales.	No hay análisis de resultados

## V. RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante estos dos años fueron positivos, debido a que se observó un mejor desempeño de los estudiantes, especialmente en sus competencias profesionales comunicativas. Sin embargo, los profesores consideran que es posible lograr mejores resultados, haciendo ajustes a los procesos, especialmente en el diseño de la intervención.

Los profesores fueron una variable que pudo incidir en el desempeño de los estudiantes, teniendo en cuenta el aspecto subjetivo de la calificación. Por esta razón, el grupo multidisciplinario decidió hacer una asignación aleatoria de informes y documentos de trabajo entre los profesores, con el propósito de minimizar esta variación.

La Fig. 3 muestra que el desempeño de los estudiantes en la evaluación de sus competencias profesionales

comunicativas mejoró, desde la perspectivas de la cantidad de errores cometidos durante los ensayos solicitados para su evaluación.

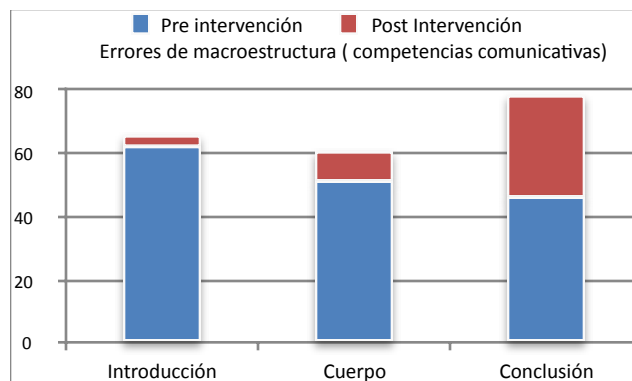
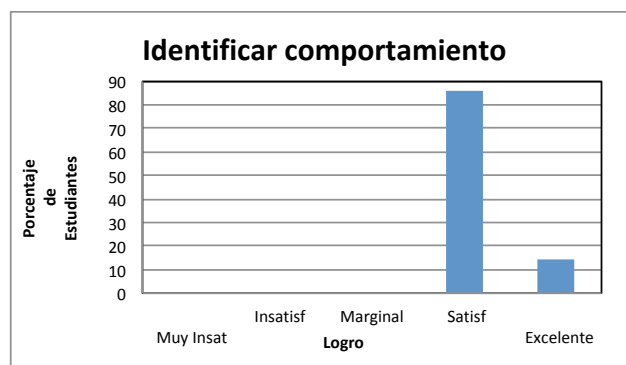


Fig. 3 Errores de macroestructura - competencias profesionales



comunicativas escritas.

Fig. 4 Resultado de las competencias profesionales en comportamientos éticos.

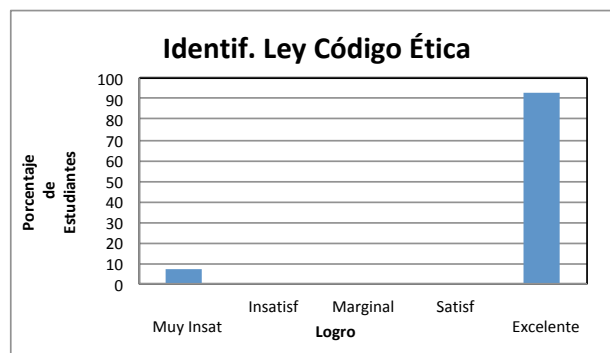


Fig. 5 Resultado de identificación del código de ética por parte de los estudiantes de ingeniería de proyecto final

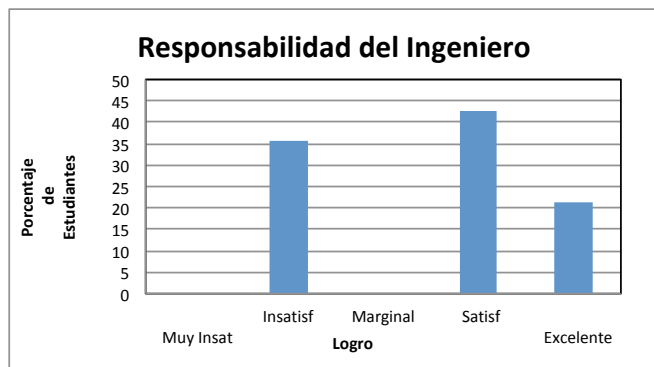


Fig. 6 Resultado del desempeño de los estudiantes de ingeniería de proyecto final con respecto a la responsabilidad del ingeniero.

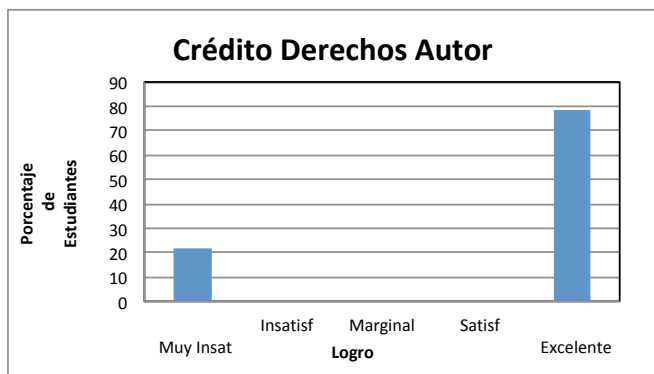


Fig. 7 Desempeño de los estudiantes de ingeniería del curso de proyecto final con respecto a los créditos de derechos de autor.

La Fig. 4 muestra un resultado muy positivo, debido a que el desempeño de la población de estudiantes se distribuyó en los dos rangos más altos de la escala de evaluación. Sin embargo, el grupo multidisciplinario de investigadores considera que en las siguientes etapas, se debe apostar a lograr que el mayor porcentaje de la población se ubique por su desempeño en el nivel de excelente.

La Fig. 5 muestra un resultado aunque positivo, si nos deja una pequeña preocupación con respecto al desempeño de un pequeño grupo que se ubicó en muy insatisfactorio. El grupo considera revisar desde diferentes puntos de vista la evaluación de este criterio, con el propósito de ajustarlo. Es claro que en este aspecto se debe trabajar más, con nuevos recursos y buscar la motivación que permita que los estudiantes obtengan mejores resultados.

La Fig. 6 nos muestra el desempeño de los estudiantes con respecto a la responsabilidad del ingeniero. El grupo multidisciplinario de investigadores quedó preocupado pues un 35 % de la población de estudiantes obtuvieron un

desempeño insatisfactorio. Aún el grupo está evaluando este resultado y planeando mejoras en la manera de llevar el mensaje que involucre al estudiante a mejorar este desempeño.

En cuanto a la Fig. 7, se observa con claridad el resultado positivo de los estudiantes. Sin embargo será necesario aunar esfuerzos para mejorar estos desempeños. El grupo multidisciplinario de investigadores considera que este tipo de ejercicios deben realizarse en más de un curso del plan de estudio de los programas en ingeniería.

## VI. CONCLUSIONES

Los resultados mostrados en la Fig. 3, nos permite concluir que hubo un mejoramiento en el desempeño de los estudiantes en sus competencias profesionales comunicativas. El grupo de profesores destacó que los estudiantes fueron muy receptivos, y desde el inicio del proyecto, manifestaron su interés. Los estudiantes consideran que es importante este tipo de estrategias que buscan fortalecer sus competencias profesionales. Ellos identificaron de manera clara la relación de éxito en el ambiente laboral con sus destrezas y habilidades en sus competencias profesionales. Los estudiantes consideraron que se deberían incluir más momentos de trabajo directo en estas competencias durante su estadía en la universidad, pues esperar el último semestre, fue bueno porque se obtuvieron resultados positivos, pero pudieron ser aún mejores.

Se cumplió con el objetivo principal que consistió en garantizar que los estudiantes recibieran una alta calidad de la enseñanza. Sin embargo, por los resultados mostrados en las figuras 5, 6 y 7, algunos estudiantes necesitan más atención y trabajos adicionales. El grupo de profesores consideró que estos resultados obtuvieron, debido a algunas limitaciones de tiempo de la intervención. Lo que fue consistente con el posterior trabajo en el proceso de realimentación con los estudiantes, que logró una mejoría en su actitud y rendimiento.

Los profesores y estudiantes entendieron que este problema de presentar deficiencias en sus competencias profesionales al terminar sus carreras, era de magnitud global, tal como fue corroborado por la cantidad de trabajos de investigación en esta área. Los profesores consideran que esto puede deberse a que, durante sus estudios en la carrera, se hace mayor énfasis en los conocimientos y habilidades tecnológicas del área específica, mientras que los docentes no incentivan el desarrollo de las competencias profesionales, por ejemplo el buen uso del lenguaje durante toda la carrera, a ser coherentes con el desarrollo de actitudes éticas o el trabajo colaborativo en grupo, por lo cual los estudiantes le prestan poca atención al tema.

Los docentes de Proyecto Final, considerando el impacto que representan las competencias comunicativas en el ámbito laboral de ingeniería, pueden aprovechar el espacio de su asignatura para fomentar el buen uso del lenguaje de manera

transversal entre los estudiantes para apoyar el desarrollo de otras competencias profesionales.

A diferencia de [7] que pusieron a disposición de los estudiantes materiales en línea, los autores de esta investigación consideran pertinente realizar talleres grupales presenciales con los docentes para que los estudiantes puedan consultar sus problemas y tratar de hallar una solución.

El grupo de profesores hizo un diagnóstico sobre la percepción que tienen los estudiantes de ingeniería sobre la importancia de las competencias profesionales, que mostró una valoración positiva.

Todos los profesores de la asignatura Proyecto Final se capacitaron en el uso de herramientas que les permitieron evaluar la evolución de los estudiantes. Estuvieron dedicados a desarrollar sus competencias para posteriormente realizar el trabajo con los estudiantes.

Se diseñó una estrategia para mejorar las competencias profesionales de los estudiantes, especialmente en competencias comunicativas y ética profesional. El trabajo de las competencias de trabajo en equipo de manera colaborativa, fue incentivado por parte de los profesores, desde el inicio de los períodos académicos, sin embargo no se hicieron esfuerzos adicionales para influenciar de manera importante esta competencia en los estudiantes.

## VII. AGRADECIMIENTOS

El grupo de profesores que han trabajado en este proyecto por varios años, agradecen especialmente el apoyo brindado por el Centro para la Excelencia Docente, CEDU, y a los Departamentos de ingeniería eléctrica y electrónica, Departamento de ingeniería de sistemas de la Universidad del Norte y a la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

## REFERENCES

- [1] M. G. Calle Torres, "Un modelo de asignatura colectiva en ingeniería: Proyecto Final en Ingeniería Electrónica," in World Engineering Education Forum (WEEF 2013). Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES), 2013, pp. 1–7.
- [2] L. S. Nagurney and H. Alnajjar, "Work in progress-The five paragraph essay in junior/senior electrical engineering courses," in Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual, 2008, p. S3F–7–S3F–8.
- [3] J. E. Burge, G. C. Gannod, P. V Anderson, K. Rosine, M. A. Vouk, and M. Carter, "Characterizing communication instruction in computer science and engineering programs: Methods and applications," in Frontiers in Education Conference (FIE), 2012, 2012, pp. 1–6.
- [4] H. Kassim and F. Ali, "English communicative events and skills needed at the workplace: Feedback from the industry," *English Specif. Purp.*, vol. 29, no. 3, pp. 168–182, 2010.
- [5] M. Ing, W. W. Fung, and D. Kisailus, "The Influence of Materials Science and Engineering Undergraduate Research Experiences on Public Communication Skills," *J. STEM Educ. Innov. Res.*, vol. 14, no. 2, pp. 16–20, 2013.
- [6] B. Yalvac, H. D. Smith, J. B. Troy, and P. Hirsch, "Promoting advanced writing skills in an upper-level engineering class," *J. Eng. Educ.*, vol. 96, no. 2, pp. 117–128, 2007.
- [7] L. R. Grossenbacher and C. Matta, "Engineering communication across the disciplines: a workshop on using online modules to standardize instruction," in Professional Communication Conference (IPCC), 2011 IEEE International, 2011, pp. 1–4.
- [8] A. De Castro, J. D. Soto, M. Calle, L. García, D. Guerra, and F. Hernández, "Competencias comunicativas en proyecto final de ingeniería: informe preliminar," in Foro Internacional de Innovación Pedagógica Innova Cesal, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia, Innova Cesal, 2013.
- [9] A. Khoumsi and B. Hadjou, "Learning probabilities in computer engineering by using a competency-and problem-based approach," *J. STEM Educ.*, vol. 6, no. 3&4, pp. 5–13, 2005.
- [10] I. Ortiz-Marcos, C. A. Uruburu, B. J. R. Cobo, and R. T. Prieto, "Strengthening communication skills in an innovative context of engineering project management learning," *Procedia-Social Behav. Sci.*, vol. 74, pp. 233–243, 2013.
- [11] M. Calle, J. Soto, L. Torres, L. Garcia, A. De Castro, R. Gonzalez, and J. Candelo, "Developing Argumentative Documents in Engineering: a Case Study Through the Curriculum," in The 11th International Scientific Conference eLearning and Software for Education, *eLSE 2015*, 2015, vol. 1, pp. 24–30.