



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



ESTRATEGIA PARA FOMENTAR LA IDENTIDAD PROFESIONAL EN LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN DE INGENIERÍA

Rafael Enrique Álvarez Robles, Carlos Andrés Ochoa Pertuz

**Universidad Simón Bolívar
Barranquilla, Colombia**

Resumen

En la actualidad se entiende de una manera generalizada que la formación profesional es clave para la adquisición de competencias en un campo específico. Es común que los jóvenes de 17 a 22 años que ingresan a una institución académica para prepararse profesionalmente no cuentan con un conocimiento suficiente del área en la que desean desempeñarse laboralmente.

La universidad simón bolívar ha trazado la estrategia del PROYECTO INTEGRADOR, la cual tiene como objetivo principal el preparar al futuro profesional desde el aprendizaje hasta la transición hacia el mundo laboral. Durante la realización de este proyecto, el estudiante tiene la oportunidad de integrar los conocimientos adquiridos en los cursos de primer semestre para potenciar habilidades prácticas. A través de los resultados, se posibilita la evaluación de las competencias de los estudiantes en una muestra de proyectos a final de semestre.

En el Primer Semestre, el proyecto integrador gira en torno al componente de la *IDENTIDAD PROFESIONAL*, donde el estudiante debe descubrir su identidad como Ingeniero y reafirmar su decisión vocacional. Teniendo en cuenta el contexto local, regional y nacional, se selecciona un proyecto que sea relevante para la comunidad desde el área de formación en la que se educa profesionalmente el estudiante.

Como entregable del proyecto integrador a final de semestre el estudiante debe presentar un *prototipo funcional que de solución a un problema ingenieril*, un documento final que contenga un informe descriptivo, donde el mayor aporte será presentar las diferentes etapas del diseño de la solución planteada acompañado de una sustentación donde pueda demostrar conocimientos tanto del contexto del problema como el detalle de la solución al mismo.

Palabras clave: estrategia; ingeniería; identidad profesional; educación; STEM

Abstract

Undergraduate studies are the key to acquiring skills in a specific field. It is common for young people between the ages of 17 and 22 to select an academic program without having sufficient knowledge of the area in which they aspire to work in the future.

At Universidad Simón Bolívar, we have designed the INTEGRATING PROJECT strategy, which has as its main objective the preparation of the future professionals, starting from their academic formation to the working environment. During the completion of this project, the students have the opportunity to integrate the knowledge acquired on their first semester courses to enhance practical skills. Through the results, it is possible to evaluate the competences of the students in a sample of projects at the end of the semester.

On the first semester, the integrating project revolves around the component of PROFESSIONAL IDENTITY, where the student must discover his identity as an engineer and reaffirm his vocational decision. Taking into account the local, regional and national context, a project that is relevant to the community is selected from the training area in which the student is professionally educated.

As a deliverable of the integrative project at the end of the semester, the student must present a functional prototype to solve an engineering problem, a final document containing the different stages of the basic design of the proposed solution. Moreover, the student must be able to explain how the problem is relevant for society and how the solution is adequate to meet basic engineering standards.

Keywords: strategy; engineering; professional identity; education; STEM

1. Introducción

En el departamento del Atlántico la educación superior presenta un gran crecimiento que se evidencia con el incremento de 80.000 a 128.000 matriculados en pregrado desde el año 2010 al año 2017 (Ministerio de Educación, 2017). Es importante destacar que este sector de la población está compuesto por adultos jóvenes cuyas edades oscilan entre 17 y 21 años (Ministerio de Educación Nacional, 2010). Es decir, las instituciones con el pasar de los años cuentan con una población joven cada vez más grande.

La situación anterior, analizada desde el enfoque de la Ingeniería en las instituciones de educación superior, indica que la labor de los educadores debe realizarse de manera estratégica; esto es necesario debido a que los estudiantes durante su formación en la educación media no son preparados para los requerimientos de la educación superior, con poco o nulo énfasis en el trabajo en equipo y la investigación independiente (Lowe, 2003).

En la mayoría de los casos, los estudiantes próximos a definir su futura profesión se enfrentan a una amplia variedad de programas académicos de los cuales tienen poca información de las líneas principales de formación y del perfil profesional. Ésta importante decisión se presenta, para muchos estudiantes, en medio de mucha inseguridad puesto que desconocen sus propias habilidades; consecuentemente, la mayor dificultad para la educación superior está dada por “la falta de certeza vocacional que el estudiante tiene al momento de elegir una carrera” (Pineda, 2015).

Con la meta de incentivar el trabajo en equipo, la investigación y la pertenencia de los estudiantes a los programas de ingeniería, se decide integrar el conocimiento en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Educación STEM) que actualmente son presentadas desde primer semestre en los cursos de ingeniería en la Universidad Simón Bolívar. Al iniciar los estudios de educación superior, los estudiantes participan en la realización de un proyecto en el curso de Introducción a la Ingeniería con el que se pretende que entiendan mejor como es el funcionamiento de las cosas y mejoren su manejo de herramientas tecnológicas; aspecto primordial del aprendizaje en la educación STEM (Bybee, 2010).

El carácter propio de la ingeniería es el diseñar o crear soluciones para una situación o necesidad puntual. Es por esto que, durante el primer semestre de formación en la Universidad Simón Bolívar para la ingeniería mecatrónica y biomédica, se plantea un problema de relevancia actual para los estudiantes; se asigna un curso para liderar el desarrollo del proyecto y se define cual es la participación de los cursos restantes en el proyecto que se identifica bajo el nombre de proyecto integrador.

2. Metodología

Al iniciar el semestre se plantea a los estudiantes la realización de un proyecto que debe ser finalizado al terminar el período académico. La estrategia de acompañamiento de este proyecto consiste en brindarle al estudiante la oportunidad de integrar los conocimientos adquiridos en los cursos de primer semestre para potenciar sus habilidades prácticas. El proyecto denominado “proyecto integrador” gira en torno al componente de la identidad profesional, donde el estudiante debe descubrir su identidad como Ingeniero y reafirmar su decisión vocacional. Para los programas de ingeniería Biomédica y Mecatrónica, el proyecto integrador aplica los conocimientos adquiridos en las asignaturas de: Procesos Comunicativos I, Desarrollo Personal I, Álgebra y Trigonometría, Biología, Expresión Gráfica e Introducción a la Ingeniería.

Para identificar la mejor manera de llevar a cabo el proyecto integrador, se define como curso líder del proyecto a la asignatura de mayor relevancia para la educación del estudiante desde su formación profesional; dicho curso se elige desde la dirección del programa en conjunto con los profesores encargados del mismo. Para el caso de estudio planteado el curso líder es el de Introducción a la Ingeniería por ser aquél que en primer semestre les permite a los estudiantes tener una mayor inmersión en la profesión a través del entendimiento del perfil profesional y ocupacional del programa de ingeniería que cursa.

Una vez se determina que Introducción lidera el proceso de los estudiantes en primer semestre, el profesor encargado de este curso será quien se reúna con los docentes de los cursos restantes para definir los roles específicos de cada curso que contribuyen al desarrollo del proyecto integrador. El docente de Introducción, es quien maneja la responsabilidad por velar un correcto desarrollo del proyecto e inicia el semestre mediante la organización de los grupos de estudiantes y posteriormente explicará los conceptos pertinentes y específicos de la temática que son necesarios para la solución del problema planteado en el proyecto integrador.

En el caso de Ingeniería Mecatrónica y Biomédica se define que el proyecto es la construcción de un brazo robótico y una prótesis respectivamente, ambos accionados por medio de servomotores. Para asegurar que los estudiantes sean capaces de completar este reto sin tener formación previa en diseño o electrónica, es necesario que el contenido del curso se adapte a lo que el proyecto requiere, para esto el curso se subdivide en módulos en donde cada uno de éstos aporta un tema diferente de interés para la realización del proyecto.

En un módulo inicial se les presenta a los estudiantes desde el curso de Introducción la correcta programación de los microcontroladores ARDUINO con la finalidad de que sean capaces de incorporar actuadores al diseño mecánico que plantearán, dicho módulo de aprendizaje se apoya en software de uso libre tal como THINKERCAD. En cuanto al diseño mecánico de la propuesta planteada se le asesora al estudiante desde el curso de Expresión Gráfica para la creación de un modelo 3D en SOLIDWORKS en donde sea capaz de concebir las juntas, soportes y dimensiones necesarias para el planteamiento de un diseño preliminar apropiado para el problema planteado.

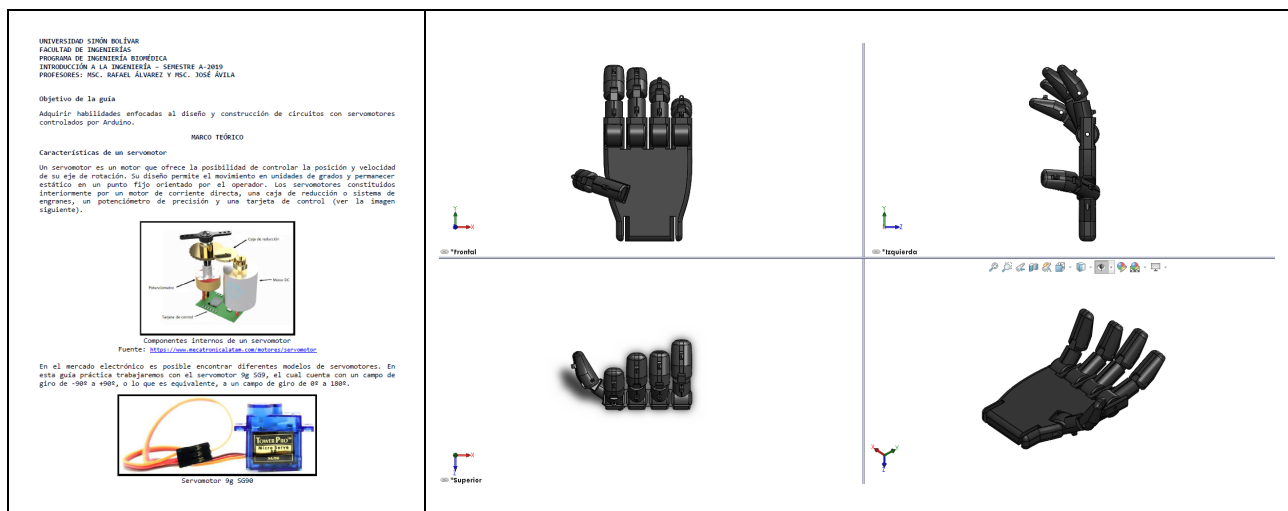


Ilustración 1. Guía para módulo de aprendizaje de programación de Arduino por bloques.
Ilustración 2. Diseño de proyecto integrador en SOLIDWORKS.

Paralelamente al planteamiento del diseño de la solución del problema planteado, es responsabilidad de los docentes de Desarrollo Personal y Procesos Comunicativos el asesorar el trabajo en equipo de los grupos y la correcta realización de una presentación oral y escrita para la sustentación de los proyectos integradores al finalizar el semestre.

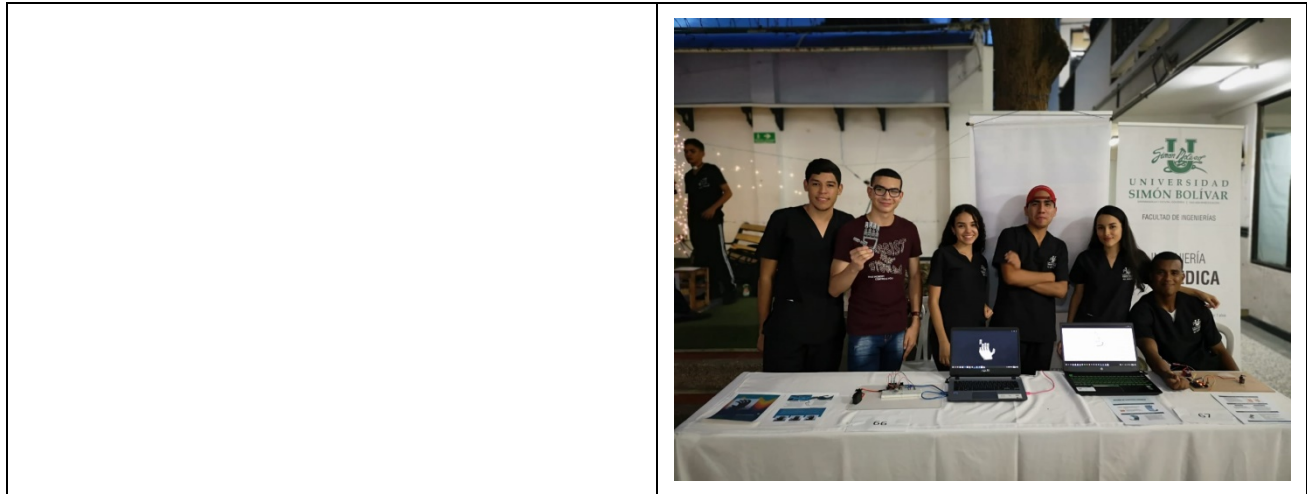


Ilustración 3. Presentación de los proyectos integradores en la Feria Semestral de Ingeniería

Cuando los estudiantes se encuentran listos para presentar el trabajo completado, se les asigna un espacio en donde cada grupo presenta su propuesta de diseño y serán los profesores y estudiantes de la facultad quienes, por medio de una votación, determinen el proyecto con la solución más innovadora y creativa por cada programa. Por lo anterior, cada estudiante debe ser capaz de socializar con propiedad el trabajo realizado a través del cual ha implementado los conocimientos adquiridos en las asignaturas cursadas en el primer semestre y deben responder a las inquietudes de los asistentes sin la presión de ser calificados.

En una etapa final, los estudiantes en una fecha posterior a la feria deben presentarle a los profesores de su primer semestre quienes serán jurados para la calificación de su proyecto; en esta etapa los estudiantes se sienten lo suficientemente confiados por la experiencia previa para socializar con seguridad el diseño propuesto.

3. Análisis de Resultados

La estrategia del proyecto integrador que se desarrolló en el semestre con los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica y Biomédica fue evaluada al finalizar el período académico por medio de una verificación de los conocimientos técnicos adquiridos de los estudiantes y de la capacidad de sustentar de manera oral y escrita el desarrollo de su proyecto.

Para realizar un análisis integral de los resultados, se plantea el desarrollo de rúbricas basado en los criterios de medición ABET para asegurar que la evaluación de los resultados permitan verificar aquellas competencias definidas por esta entidad como las mínimas necesarias que un ingeniero debe desarrollar para el ejercicio de su profesión (ABET: Engineering Accreditation Commission, 2019).

En el caso de la comunicación escrita se consideró importante evaluar la capacidad de los estudiantes para argumentar ideas de manera lógica (“desarrollar contenido” en la tabla), estructurar un documento y utilizar normas para la adecuada presentación de un texto.

COMUNICACIÓN ESCRITA				
Rúbrica	Insatisfactorio	En Desarrollo	Satisfactorio	Sobresaliente
Desarrollar el contenido	Muestra una mínima atención al contexto, audiencia y al propósito comunicativo. Desarrolla pocas ideas en el documento escrito. No presenta fuentes bibliográficas.	Demuestra un conocimiento limitado del contexto, la audiencia y el propósito comunicativo. Utiliza algunos contenidos y recursos para desarrollar y explorar ideas en algunas partes del trabajo. Presenta mínimos soportes bibliográficos, con referenciación y citación incompleta y poco fiable.	Demuestra un conocimiento amplio del contexto, audiencia y propósito comunicativo. Utiliza contenidos y recursos relevantes para desarrollar y explorar ideas en el documento. Soporta la mayoría de sus argumentos con referencias bibliográficas confiables.	Demuestra un profundo conocimiento del contexto, la audiencia y el propósito comunicativo. Utiliza contenidos y recursos pertinentes, relevantes y significativo que demuestran el dominio del tema y que abarcan la totalidad del documento escrito. Soporta todos sus argumentos en fuentes bibliográficas confiables.
Organizar el documento	No evidencia una secuencia lógica (cohesión/coherencia) en la presentación y organización del documento.	Tiene en cuenta algunos elementos básicos, en la organización y presentación de las partes del documento.	Demuestra una organización pertinente en el documento, que permite identificar con claridad el desarrollo de las ideas.	Demuestra una atención sistemática y detallada en la presentación y organización del documento, que permite al lector identificar claramente el desarrollo de las ideas.
Utilizar normas de ortografía y gramática en la construcción de sentido	Utiliza un lenguaje poco claro debido a errores frecuentes en su ortografía y estructura gramatical.	Utiliza un lenguaje que algunas veces transmite significado a los lectores con claridad, aunque puedan aparecer errores gramaticales y/o ortográficos.	Utiliza un lenguaje adecuado y pertinente al contexto y audiencia. El documento presenta pocos errores ortográficos y/o gramaticales.	Utiliza un lenguaje adecuado y pertinente al contexto y audiencia, que demuestre un excelente dominio de los aspectos gramaticales y ortográficos en la comunicación de las ideas.

Tabla 1. Rúbrica para evaluación de la comunicación escrita.

De igual forma se desarrolla una rúbrica para estudiar la capacidad de comunicar de manera oral el proyecto, en donde se analiza en detalle el dominio del contenido, su expresión corporal y el manejo de recursos audiovisuales.

COMUNICACIÓN ORAL				
Rúbrica	Insatisfactorio	En Desarrollo	Satisfactorio	Sobresaliente
Evidenciar Dominio del Contenido	Maneja inadecuadamente el contenido y evidencia poca preparación que dificulta la comprensión del tema por parte de la audiencia	El Contenido es explicado con dificultades, con escasa secuencia, dificultando la comprensión de la audiencia y sin énfasis en momentos claves	El Contenido es explicado sin dificultades, siguiendo una secuencia clara que facilita la comprensión de la audiencia y hace énfasis en los momentos claves.	El Contenido se explica coherentemente con una secuencia estructurada que permite la comprensión del tema por parte de la audiencia mediante justificaciones asertivas.
Demostrar expresión oral y corporal	No utilizó un tono y articulación adecuado de la voz durante la presentación. Evidencia un escaso e inapropiado vocabulario, postura incorrecta.	Utiliza un tono de voz adecuado. Recurre al uso de muletillas ocasionalmente. proyecta seguridad a través de la postura	Utiliza una actitud conversacional apropiada y seria con un tono de voz adecuado y pronuncia con claridad. No recurre a muletillas. proyecta seguridad a través de la postura y el contacto visual	Las técnicas de expresión oral y corporal utilizadas permiten que la comunicación sea convincente, eficaz y efectiva, generando credibilidad.
Utilizar recursos audiovisuales	No utiliza recursos audiovisuales adecuados para apoyar la presentación	Utiliza pocos recursos audiovisuales adecuados para apoyar el contenido o propósito de su mensaje	Integra recursos audiovisuales para ampliar y apoyar el contenido o propósito de su mensaje. (Gráficas, medios electrónicos, datos cuantificados,..)	Integra creativamente recursos audiovisuales para ampliar y apoyar con mucho ingenio el contenido o propósito de su mensaje. (Gráficas, medios electrónicos, datos cuantificados,..)

Tabla 2. Rúbrica para evaluación de la comunicación oral.

Al analizar los resultados se puede apreciar que el trabajo conjunto de los docentes de primer semestre permitió que los estudiantes a lo largo del desarrollo de su proyecto integrador presenten un contenido en un nivel sobresaliente o satisfactorio. Asimismo, al momento de argumentar verbalmente sus ideas, los estudiantes, en su mayoría expresan sus argumentos coherentemente demostrando dominio de los temas relevantes al proyecto.

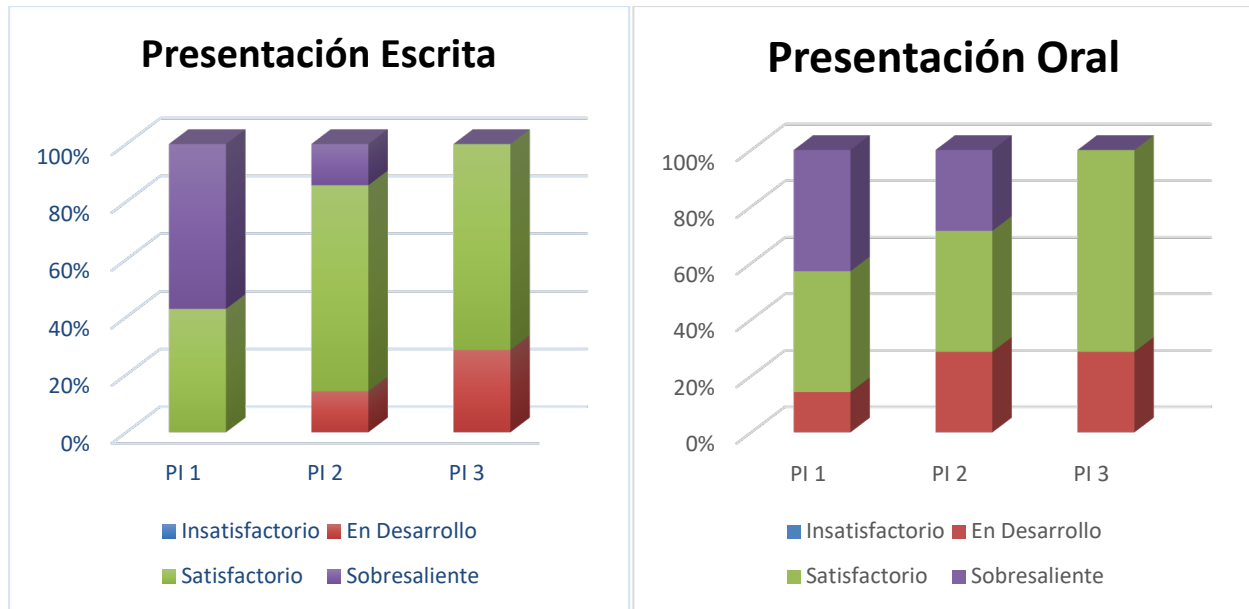


Ilustración 4. Resultados evaluación con rúbrica de los proyectos integradores

Es importante presentar tanto las rúbricas a los estudiantes al inicio del periodo académico como los resultados obtenidos al final del semestre ya que de esta manera el estudiante tiene claro cuáles son los aspectos considerados como importantes por parte de sus evaluadores. De igual forma, los estudiantes al evidenciar el trabajo conjunto de sus docentes y percibir el compromiso de la facultad de ingenierías en la estructuración del proyecto, muestra mayor interés en las actividades desarrolladas.

4. Conclusiones

En conclusión, el desarrollo de la estrategia de los proyectos integradores hace posible que los estudiantes adquieran conocimientos técnicos que les permite reforzar su identidad profesional. Asimismo, tienen la oportunidad de integrar los conocimientos adquiridos en los cursos de primer semestre y entender como cada uno de estos contribuye a su ejercicio profesional reafirmando una vez más su decisión vocacional. Adicionalmente, adquiere en el proceso del desarrollo del proyecto integrador habilidades comunicativas y la capacidad de trabajar en equipo, que son de gran utilidad para el desarrollo de los estudiantes tanto en la universidad como posteriormente en el campo laboral.

5. Referencias

- ABET: Engineering Accreditation Commission. (2019). Criteria for Accrediting Engineering Programs. ABET.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, Vol. 329, Issue 5995, pp. 996.
- Lowe, H. &. (2003). *Mind the Gap: Are Students prepared for higher education?* Journal of Further and Higher Education.

- Ministerio de Educación. (2017). *Estadísticas Generales de Educación Superior - Atlántico*. Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación Nacional. (2010). *Revolución Educativa: Plan Sectorial de Educación*. Ministerio de Educación.
- Pineda, L. (2015). Factores que afectan la elección de carrera: caso Bogotá. *Universitas Económica*.

Sobre los autores

- **Rafael Enrique Álvarez Robles:** Ingeniero Mecánico, Máster en Ingeniería Mecánica. Director del Programa de Ingeniería Biomédica de la Universidad Simón Bolívar. Rafael.alvarez@unisimonbolivar.edu.co
- **Carlos Andrés Ochoa Pertuz:** Ingeniero Electrónico, Máster en Sistemas y Computación. Director del Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Simón Bolívar. Cochoa1@unisimonbolivar.edu.co

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

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)