



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOF 2014

Nuevos escenarios  
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014  
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

## EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS EN LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Michael Melo Palacios, Wendy Pantoja Narváez

Universidad de Nariño  
San Juan de Pasto, Colombia

### Resumen

El presente artículo de reflexión plasma los resultados obtenidos de la investigación sobre los aspectos relevantes que deben tenerse en cuenta en el desarrollo de un proyecto de ingeniería electrónica, enfocado principalmente a la región de Nariño. La ingeniería electrónica es un campo de amplio desarrollo tecnológico, una forma de aprovechar ese potencial es formular ideas y gestionar proyectos, los cuales se ejecutan para buscar una solución inteligente a una problemática y servir de apoyo en investigaciones futuras. Existe una intención general de la ingeniería que promueve la formulación y desarrollo de proyectos, por lo que trata de ofrecer a la comunidad la mejor solución en los problemas sociales. También existe una metodología para alcanzar los objetivos, de acuerdo con las habilidades y la formulación de ideas para una solución específica.

Se evalúan los distintos mecanismos y soluciones previas para lograr un objetivo planteado, para estos existen sistemas adicionales a medida de que el proyecto se desarrolla, un ejemplo de ello está en encontrar nuevas alternativas que sugieren cambiar objetivos o en ocasiones replantear la metodología, así mismo enfrentarse a perturbaciones y situaciones externas que retrasen el cronograma de actividades que se plantean para el desarrollo de los proyectos. La investigación se desarrolló mediante el análisis hermenéutico de diferentes artículos y resultados de investigación de entidades especializadas. Finalmente se concluye que el desarrollo de proyectos de ingeniería electrónica exige profesionales capacitados y preparados para solucionar problemas no estructurados, por lo que es importante fomentar habilidades y cualidades como el pensamiento creativo y crítico. De esta forma, impulsar el aprovechamiento de todas las ventajas de nuestro entorno estratégico y ofrecer modelos alternativos, mediante la articulación de los diversos agentes económicos a través de propuestas de proyectos que prioricen el desarrollo de la economía local y regional, en busca de impactos significativos en el mercado laboral y la generación de ingresos.

**Palabras clave:** proyecto de ingeniería; pensamiento crítico

### Abstract

This is a reflective article, we show the results of research on the most relevant aspects to be taken into account in the development of a draft electronic engineering, principally on the region of Nariño. Electronic engineering is a wide field of technological development, a way to harness that potential is to develop ideas and manage projects, which are executed to find an intelligent solution to a problem and to support future research. There is a general intent of engineering that promotes the design and development of projects, so it is to offer the community the best solution to social problems. There is also a methodology to achieve the objectives, according to the skills and developing ideas for a specific solution.

We need to evaluate different mechanisms and previous solutions to achieve a goal, for these exist additional systems as the project develops. For example, we can find new alternatives that suggest change lenses or occasionally rethink the methodology. Also we must evaluate what make external disturbances and situations that delay the schedule of activities that arise for the development of projects. This research was developed

through the hermeneutic analysis of different articles and research results of specialized entities. Finally we concluded that the development of electronic engineering projects requires trained and qualified professionals to solve unstructured problems, so it is important to foster skills and qualities such as creative and critical thinking. Thus, we should support all the benefits of our strategic environment and offer alternative models, through the articulation of the various economic proposals through projects that prioritize the development of local and regional economy, looking for significant impacts agents in the labor market and income generation.

**Keywords:** engineering project; critical thinking

## 1. Introducción

Este documento se realiza con el objetivo de describir aspectos importantes que se deben tener en cuenta en el desarrollo de un proyecto de ingeniería electrónica, desde la formación como estudiantes competentes hasta la implementación de una solución real a un problema como ingenieros profesionales.

Es necesario que se preste especial atención a las tecnologías emergentes, como oportunidades para la innovación y la generación de valor agregado a las aplicaciones tecnológicas que se puedan realizar (Santos, Muñoz y Gómez, 2010). Estas oportunidades de innovación se llevan a cabo si se aprovechan los recursos de la región y se gestiona al mejoramiento de las capacidades naturales. Según el observatorio del mercado de Trabajo de Pasto, la región de Nariño y en especial el municipio de Pasto deben aprovechar las ventajas que ofrece su entorno geoestratégico: suelos aún fértiles, zona de frontera, una vocación agropecuaria y artesanal tradicional, una población en edad de trabajar joven, un potencial agroindustrial y manufacturero desaprovechado, una riqueza natural. Sin embargo, se observa en los resultados estadísticos del DANE y a partir de los cálculos propios de la cámara de comercio que existen fallas en el mercado laboral, y por lo tanto hay un inestable desarrollo de actividades industriales y un alto porcentaje de trabajadores por cuenta propia. En la actualidad, las diferentes universidades alrededor del mundo están incentivando los procesos de investigación y el desarrollo de proyectos de ingeniería, sin embargo las universidades colombianas, por su infraestructura y sus montos de investigación, distan de ser generadores de alta tecnología; están en posibilidad, en cambio, de hacer aplicaciones de la misma (Santos, Muñoz y Gómez, 2010).

El desarrollo de proyectos de ingeniería electrónica nace con el objetivo de buscar una solución inteligente al planteamiento de un problema social. En busca de eficiencia, también es necesario cumplir con requerimientos en los procesos de planeación, diseño, construcción y puesta en funcionamiento, fundamentales para alcanzar los objetivos del proyecto.

El desarrollo de las temáticas se presenta en secciones. En la segunda sección se explica la importancia del pensamiento crítico en la educación, en la tercera se exponen algunas regulaciones que se deben tener en cuenta en el desarrollo de proyectos, en la cuarta se describe brevemente un proceso de diseño, en la quinta sección se presenta una visión general de las tendencias de investigación actuales en ingeniería electrónica, y en la sexta sección se muestra algunos aspectos importantes del mercado laboral en el municipio de Pasto.

## 2. Pensamiento Crítico

Uno de los objetivos relativamente más reconocidos en educación es el desarrollo de pensamiento crítico por parte de los estudiantes. Así, por ejemplo, normalmente se reconoce que la educación debería promover que los estudiantes desarrollen las capacidades y las disposiciones necesarias para pensar por sí mismos y para juzgar desde un conjunto amplio de perspectivas lo apropiado y utilizar diferentes herramientas de conocimiento en diferentes situaciones (Mejía y Zarama, 2004). El pensamiento crítico se ha definido como una habilidad para justificar y reflexionar acerca de lo que un individuo cree, es decir, un proceso analítico para llegar a juicios que están dirigidos hacia un propósito final específico para llegar a una solución de un problema racional y razonable (Mased y Yamin, 2012).

Tras estudios que sugieren que esta es una habilidad que se puede enseñar, y debido a que la educación de los estudiantes con pensamiento crítico podría llegar a ser decisiva, sobretudo en ingeniería, se ha desencadenado un incremento en técnicas y métodos que buscan aprovechar las capacidades de los estudiantes al máximo. Uno de estos métodos, que se presentó como una propuesta educativa innovadora, es el Aprendizaje Basado en Problemas (Problem Based Learning PBL). Se caracteriza porque el aprendizaje está centrado en el estudiante, promoviendo que este sea

significativo, además de desarrollar una serie de habilidades y competencias indispensables en el entorno profesional actual. El proceso se desarrolla en base a grupos pequeños de trabajo, que aprenden de manera colaborativa en la búsqueda de resolver un problema inicial, complejo y retador, planteado por el docente, con el objetivo de desencadenar el aprendizaje auto-dirigido de sus alumnos (Morales y Landa, 2004).

Mased y Yamin (2012) presentan el resultado de un estudio de investigación sobre el efecto del PBL en estudiantes, y lo comparan con el método convencional, además analizan la implicación del PBL en la enseñanza de la ingeniería. Este estudio concluye que el método PBL no mejora significativamente la habilidad del pensamiento crítico en comparación con los métodos convencionales en estudiantes de ingeniería eléctrica. Sin embargo, se justifican los resultados con varias razones como el hecho de que el pensamiento crítico es una variable subjetiva y por lo tanto difícil de determinar, y se incentiva a la realización de nuevos estudios mejorando ciertas características de la metodología que permita evidenciar los beneficios del PBL.

El desarrollo de proyectos de ingeniería electrónica exige que los profesionales estén capacitados y cuenten con las herramientas necesarias para solucionar problemas sociales. En este contexto, la adquisición de conocimientos se convierte en uno de los requisitos previos en el desarrollo de la capacidad de pensamiento crítico de los estudiantes (Mased y Yamin, 2012).

Según la definición de ingeniería de ABET (Junta de Acreditación para Ingeniería y Tecnología en Estados Unidos): "Ingeniería es la profesión en la cual el conocimiento de las ciencias naturales y matemáticas, obtenido mediante el estudio, la experiencia y la práctica, es aplicado junto con el juicio para desarrollar formas de utilizar, de forma económica, los materiales y las fuerzas de la naturaleza para el beneficio de la humanidad". Autores como McPeck (1994) han sugerido que cada disciplina de conocimiento tiene su propia lógica y su propia epistemología, y que por lo tanto las habilidades y disposiciones de pensamiento crítico adquiridas en una de ellas no serán necesariamente extrapoladas a otras. Esto ha generado que se busque especializar objetivos y estrategias con respecto a la promoción de pensamiento crítico. Mejía (2009) presenta las limitaciones de la concepción actual del pensamiento crítico en ingeniería, y propone tres esferas de acción que interrelacionan el conocimiento de las ciencias naturales y matemáticas con el conocimiento de lo social que en ocasiones suele pasar desapercibido.

### 3. Regulación de proyectos de ingeniería electrónica

Las entidades estatales solo podrán celebrar contratos de fiducia pública, cuando así lo autorice la ley, la asamblea departamental o el consejo municipal, según el caso, es por esto que existe una normatividad que se encargan de regular la ejecución y desarrollo de proyectos de ingeniería electrónica, adicional a esto existen parámetros que son indispensables, como es el caso de modalidades de consultorías, que son estudios para la ejecución de proyectos y asesorías técnicas (COPNIA, 2007). Se promueve al cumplimiento de las leyes, pero en ocasiones son estas mismas las que no permiten el buen desarrollo de los proyectos, como es el caso de las sociedades vulnerables que son afectados porque no cumplen las licitaciones correspondientes dejando de lado la solución a problemas de extrema necesidad.

Tras la ejecución de proyectos de ingeniería existen términos laborales, el ingeniero a cargo cumple con otros requisitos como son salud, riesgos profesionales, licencia de maternidad, cesantías que deben prevalecer en el tiempo de ejecución de las actividades para el desarrollo de los proyectos.

Existen factores como es el caso de licencias por maternidad o riesgos profesionales, que pueden retrasar o modificar el cronograma de actividades, por tanto se desencaminan una serie de conflictos y perturbaciones en el desarrollo de las actividades. Sumado a esto una ejecución alargada del proyecto puede traer consigo influencias socio políticas. Lo que hace desestabilizar el proceso de desarrollo.

Cada ingeniero tiene la posibilidad de desarrollar proyectos de inversión, aun así existen restricciones, estos proyectos necesitan pasar por entes evaluadores, que garanticen la factibilidad en la ejecución del proyecto. Estos proyectos se hacen mediante contratos que garanticen la ejecución en el tiempo correspondiente y los recursos económicos necesarios. Los contratos de consultoría tienen por objetivo la interventoría, asesoría, gerencia de obra o de proyectos dirección, programación y ejecución de diseños (COPNIA, 2007). Hacer parte de estos proyectos tiene como finalidad resolver una problemática que beneficie la comunidad, pero como cualquier trámite legal apoyándose en un aval que garantice la ejecución del proyecto.

Una entidad que desarrolla nuevas formas en incorporación de ingenieros es COLCIENCIAS (departamento administrativo de ciencia, tecnología e innovación), cuenta con un plan anual de convocatorias en becas, investigación, innovación, internacionalización, aplicación social y convocatoria

abierta. Una gran variedad de propuestas se presentan a esta entidad, y es ella la encargada de revisar y aprobar los proyectos que serán financiados para poder desarrollarse, los requisitos son evaluados por un personal calificado que revisa la factibilidad para ponerse en marcha, por lo cual cumple con la finalidad que invertir capital financiero en proyectos que beneficien a la comunidad.

Según la resolución 50 de 2008, un ingeniero electrónico realiza actividades de investigación, diseño, modelamiento, integración y adaptación, prueba, consultoría, comercialización, mantenimiento y gestión de dispositivos, equipos y sistemas electrónicos. Los proyectos de ingeniería electrónica deben desarrollarse en las áreas de desempeño establecidas por dicha resolución: Telecomunicaciones; Control, automatización y robótica; Instrumentación electrónica y sistemas de medición; Sistemas digitales y computacionales; Electrónica de potencia; Procesamiento digital de señales; Micro, nano y optoelectrónica; Electrónica médica y bioingeniería; Electrónica de consumo.

#### 4. Proceso de Diseño

El desarrollo de proyectos de ingeniería arranca con un pre análisis y la identificación de una necesidad, posteriormente se realiza un proceso de diseño, el cual abarca una serie de actividades, acontecimientos y cronogramas que conlleven alcanzar un objetivo esperado.

Mucha de la educación de ingeniería se ocupa de temas de análisis, lo que significa descomponer, desarmar, descomponer en sus partes contribuyentes, sin embargo en la práctica real, se plantean problemas no estructurados que generalmente conllevan al síndrome del papel en blanco (Norton. 2009). Por esta razón se han realizado diversos estudios en busca de un proceso de diseño que permita al ingeniero tener una base metodológica para arrancar con el desarrollo de un proyecto. Se presenta un proceso de diseño, que ha demostrado buenos resultados, pero aun así no es necesario seguir estos pasos con linealidad. Se pueden realizar iteraciones, lo que implica retomar pasos de la metodología que ya han sido abordados.

El primer paso en cualquier ejercicio de diseño de ingeniería es el de síntesis, que significa conjuntar. Como explica Norton (2009), el ingeniero se enfrenta al reto de estructurar problemas no estructurados con el fin de garantizar que cualquier solución propuesta resolverá correctamente el problema. La investigación preliminar es la etapa más importante en el proceso de diseño y se debe dedicar tiempo y energía suficientes para evitar la turbación de desgastarse en un problema que ya ha sido resuelto con anterioridad. A demás se puede aprender mucho del problema investigando el estado del arte existente asociado con tecnologías y productos similares.

El planteamiento de objetivos debe ser conciso, general y no debe predecir la solución, esto permitirá un abanico de posibles soluciones mucho más amplio. Las especificaciones de diseño deben definir lo que el sistema debe hacer y no como debe hacerse. El paso de ideación está asociado a la creatividad, y aunque esta es una cualidad humana Norton (2009) describe un proceso creativo de 4 pasos: Generación de ideas, Frustración, Incubación y ¡Eureka!

La fase de análisis permite detectar problemas, por lo que es necesario repetir pasos iniciales para garantizar el éxito de la solución. La selección implica análisis comparativo de las soluciones de diseño disponibles. La fase de diseño detallado incluye la simulación de la solución y también permite descubrir fallas que requieran más iteraciones. La creación del prototipo ayuda a verificar la factibilidad del diseño y a través de pruebas observar los efectos en diferentes condiciones ambientales.

Finalmente, y cuando se requiera se procede a la producción.

#### 5. Tendencias de investigación

El desarrollo de proyectos en nuestra región debe enfocarse en solucionar problemas de la sociedad, la competencia en ambiente tecnológico es muy desequilibrada con otros países, por tanto se evita competir con países que poseen un gran adelanto frente a la región. Adicional a esto existen diferentes razones sociales y culturales. Se debe incorporar un personal calificado, pero es necesario contar con entidades que inviertan económicamente en la ejecución de proyectos de desarrollo, ya que si un ingeniero potencialmente creativo sale de la universidad sin los medios para lograr un éxito creativo, cuando ingresa a su primer trabajo, su entusiasmo se frustra y su interés se agota antes de que la compañía más brillante pueda completar sus bases (Norton, 2009).

La acelerada evolución de la electrónica y su convergencia con áreas de la tecnología y la informática, el cambio del entorno nacional y mundial, el gran impacto que su aplicación a tenido en Colombia y el mundo, hacen necesaria la promoción de nuevos estudio en las tendencias de investigación y desarrollo tecnológico (Santos, Muñoz y Gómez, 2010). Es por esto que la función gubernamental debe aportar los recursos necesarios para la ejecución de proyectos que involucren tendencias de investigación, los antecedentes que se referencian en Colombia no son suficientes, existe un gran campo por explorar y la región colombiana cuenta con personal calificado para hacerlo.

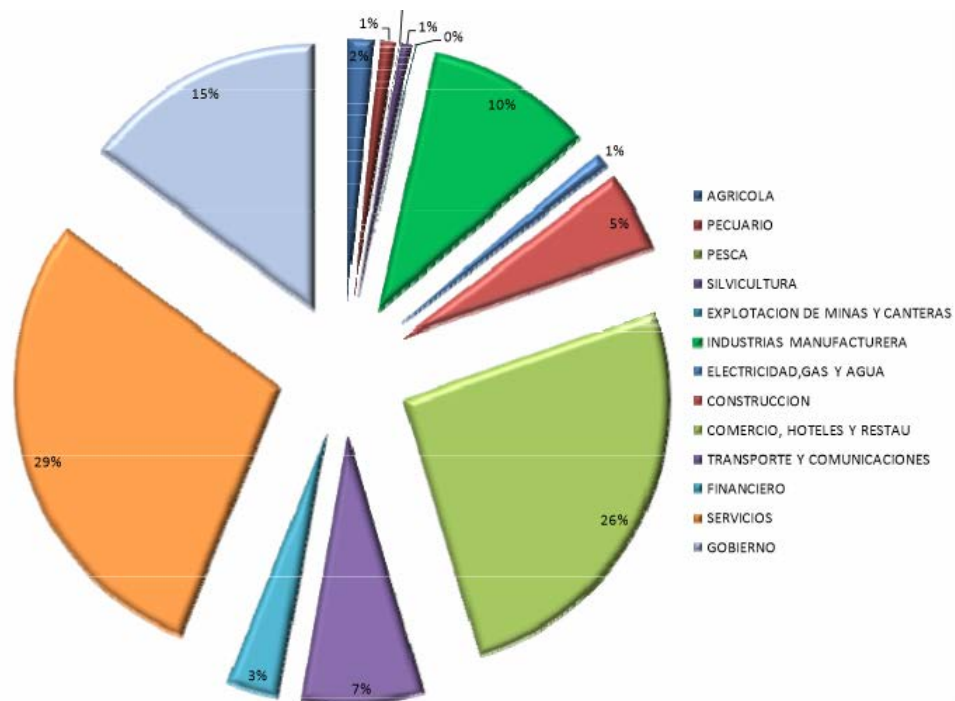
La investigación que se realiza en un proyecto, parte de las universidades, recinto en el cual se dan las herramientas necesarias para que el estudiante busque profundizar un tema y logre dar las mejores soluciones. Existe un gran avance en proyectos de ingeniería electrónica, las grandes universidades del mundo no solo desarrollan aplicaciones en ingeniería electrónica de alta tecnología, sino que también, al tiempo, generan dichas tecnologías (Santos, Muñoz y Gómez, 2010). Se promueve la innovación, contribuir a la generación de tecnología, todo encaminado al desarrollo, análisis y solución de una problemática.

## 6. Mercado laboral

En el diagnóstico realizado por el observatorio del mercado de trabajo de Pasto, para aprovechar todas las ventajas de nuestro entorno estratégico y ofrecer modelos alternativos se hace necesaria la articulación de los diversos agentes económicos del municipio, mediante propuestas de proyectos que se prioricen para el desarrollo de la economía local y regional, que tengan impactos significativos en el empleo y la generación de ingresos. Sin embargo los estudios en nuestra región demuestran que la estructura económica se prioriza en sectores como la hotelería, comercio y servicios, por tanto la poca intervención de avance tecnológico da pie a que no se interesen por desarrollar proyectos de ingeniería.

Por pertenecer a un país tercermundista, con conflicto interno los recursos estatales son muy restringidos, 5.320 miles de millones de pesos corrientes, representa durante el periodo 2005 – 2010 un promedio del 0.77% del PIB nacional y su participación en el PIB Departamental pasó de 48.39% en 2005 a 53.83% en 2010. Es por esto que muchos proyectos quedan solo formulados, algunos de ellos tardan en salir en ejecución mientras que de otros se desconoce su paradero, es por eso que se apunta a resolver necesidades con empresas privadas. La vinculación a estas empresas permite el desarrollo de proyectos y ofrece ofertas de trabajo a personal extranjero que aporta con ideas innovadoras y mejora la calidad laboral a nivel mundial.

Los recursos de la región sur occidental colombiana, cuentan con amplia biodiversidad, lo que permite vincular ideas de desarrollo, según la figura 1, algunos sectores no son relevantes en la región, por tal razón se hace necesario promover desarrollo e innovación con el fin de generar nuevas alternativas que mejoren la calidad de vida de las comunidades pertenecientes.



Fuente: Universidad de Nariño. CEDRE. Cuentas Económicas del Municipio de Pasto.

Fig. 1. Estructura económica ciudad de Pasto

A esto se suma la gran cantidad de pequeñas empresas en la región, lo que encamina a mejorar e impulsar el desarrollo en las medianas empresas y convertirlas en competencia con empresas nacionales.

Para ingenieros eléctricos y electrónicos el campo laboral no es muy amplio, son muy pocas empresas que vinculan estos profesionales, pero si se habla de un amplio campo de investigación. El ingeniero que gestione proyectos puede promover una amplia generación laboral, y convertirse en el gestor principal para la formulación de empleo. Según la resolución 50 del 2008, los ingenieros electrónico están restringidos a muchas actividades y funcionales de los ingenieros, es por esto que muchos proyectos de ingeniería involucran a los diferentes campos de investigación, y una variedad de ingenieros puede hacer parte de un macro proyecto y generar empleo, adicional a esto cumplir la finalidad principal de resolver un problema en una comunidad.

Muchos de los proyectos de ingeniería electrónica, se ven enfrentados con situaciones políticas y económicas, las cuales en ocasiones afectan la metodología planteada, esto se da al proporcionar bajos recursos y mano de obra barata, dejando un proyecto que no cumple con las características proporcionadas en su formulación.

## 7. Referencias

### Artículos de revistas

- Masek, A. and Yamin, S. (2012). The Impact of Instructional Methods on Critical Thinking: A Comparison of Problem-Based Learning and Conventional Approach in Engineering Education. International Scholarly Research Network. ISRN Education. Volume 2012, Article ID 759241, 6 pages.
- Santos, G. Muñoz, M y Gómez, J. (2010). Identificación, Clasificación y Análisis de las Tendencias de Investigación en Ingeniería electrónica a nivel mundial, nacional y regional. Revista Educación en Ingeniería. ISSN 1900-8260.
- Mejía, A. (2009). Tres Esferas de Acción del Pensamiento Crítico en Ingeniería. Revista Iberoamericana de Educación.
- Morales, P. y Landa, V. (2004) Aprendizaje Basado en Problemas. Theoria, Vol. 13: 145-157

### Libros

- Norton, R. L. (2009), Diseño de maquinaria cuarta edición síntesis y análisis de máquinas y mecanismos. México: Mc Graw Hill.

### Fuentes Electrónicas

- Universidad de los Andes. (2004) A, Mejía, R. Zarama, La promoción de pensamiento crítico en Ingeniería.
- COPNIA "Estudio de salarios para ingenieros electricistas, electrónicos, electrónicos y de telecomunicaciones y mecánicos en la ciudad de Bogotá" 2007.
- Observatorio del Mercado de Trabajo de Pasto. Diagnóstico socioeconómico y del mercado de trabajo. Consultado el 21 de abril de 2014 en <http://akane.udenar.edu.co/siweb/OMTP/>

### Sobre los autores

- **Michael Melo Palacio:** Estudiante de Ingeniería Electrónica, Universidad de Nariño, [mickgio.mgmp.92@gmail.com](mailto:mickgio.mgmp.92@gmail.com)
- **Wendy Pantoja Narváez:** Estudiante de Ingeniería Electrónica, Universidad de Nariño, [w.pantoja005@gmail.com](mailto:w.pantoja005@gmail.com)

---

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

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)