



**CONSEJO ACADÉMICO  
ACUERDO No. 044  
DICIEMBRE 6 DE 2016**

**“POR MEDIO DEL CUAL SE APRUEBA EL PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRONICA PARA EL PERÍODO 2016 – 2025”.**

El Consejo Académico de la Universidad del Quindío, en ejercicio de sus Facultades legales y estatutarias, especialmente las conferidas por la Ley 30 de 1992 y el Acuerdo del Consejo Superior No. 028 del 28 de julio de 2016 “Proyecto Educativo Uniquindiano”, y,

**CONSIDERANDO:**

Que el párrafo del artículo tercero del Acuerdo No. 028 del Consejo Superior del 28 de julio de 2016, faculta al Consejo Académico para expedir las reglamentaciones y ajustes académicos necesarios a efectos de poner en marcha el “Proyecto Educativo Uniquindiano”.

Que el Proyecto Educativo Institucional se constituye como referencia y base orientadora de las decisiones sobre las funciones esenciales de la Universidad, la gestión de los recursos y guía para el diseño de los Planes de Desarrollo Institucional, los Proyectos Educativos de Facultad y los Proyectos Educativos de Programa.

Que la Resolución del Consejo Académico No. 061 del 14 de septiembre del 2016 en su artículo primero, reglamenta el procedimiento para la aprobación de los Proyectos Educativos de Facultad y de Programa.

Que en sesión del consejo académico celebrado el día 26 de octubre del 2016 en acta No. 020, se aprobó el Proyecto Educativo de la Facultad de Ingeniería.

Que la Universidad del Quindío se ha estructurado en lo referente a su filosofía y en lo operativo, en tres niveles organizacionales (Institución, Facultad y Programa Académico), cada uno con sus propias necesidades de planificación; los cuales se constituyen en espacios de reflexión y toma de decisiones que anteceden la acción y profundizan la autodeterminación.

Que cada ejercicio de planificación en la institución tiende a expresarse o comunicarse mediante un documento en el cual se plasman los análisis y propósitos compartidos de los actores en procesos plurales, diversos y democráticos los cuales se dan en las citas planificadoras en cada nivel, teniendo como objetivo la acreditación de alta calidad de las unidades o programas académicos y de la Institución.

Que, acorde a los requerimientos generados a partir de lo propuesto en el Plan de Desarrollo Institucional (PDI), el Proyecto Educativo Uniquindiano (PEU), el Plan de Desarrollo Profesional Institucional, la Política Académico Curricular (PAC) y el Proyecto Educativo de Facultad de Ingeniería; se hace necesaria la actualización del Proyecto Educativo del programa de Ingeniería Electrónica, a fin de armonizar los propósitos de los ejes misionales de la Universidad del Quindío, para con el programa.

Que el Consejo Curricular del Programa de Ingeniería Electrónica en sesión del día 28 de octubre de 2016, acta No. 016, avaló el Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Electrónica.

**CONSEJO ACADÉMICO  
ACUERDO No. 044  
DICIEMBRE 6 DE 2016**

**“POR MEDIO DEL CUAL SE APRUEBA EL PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA PARA EL PERÍODO 2016 – 2025”.**

Que el Consejo de la Facultad de Ingeniería en sesión del día 31 de octubre de 2016, acta No. 18, avaló el Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Electrónica.

Que el Consejo Académico en sesión ordinaria del día 2 de Diciembre de 2016, aprobó el proyecto de Acuerdo *“Por medio del cual se aprueba el Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Electrónica para el período 2016- 2025”.*

Que, por lo anteriormente expuesto,

**ACUERDA**

**ARTÍCULO PRIMERO.** Aprobar el Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Electrónica para el período comprendido entre los años 2016 y 2025.

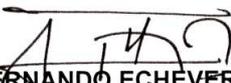
**ARTÍCULO SEGUNDO.** El documento “Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Electrónica 2016-2025”, hace parte integral de este acuerdo con 65 folios.

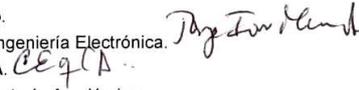
**ARTÍCULO TERCERO.** El Consejo Curricular del programa de Ingeniería Electrónica, será responsable de las orientaciones, estrategias, acciones y ejecución del Proyecto Educativo del Programa, para lo cual realizará seguimiento permanente en el marco de las disposiciones institucionales.

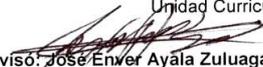
**ARTÍCULO CUARTO.** El presente Acuerdo rige a partir de la fecha de su expedición.

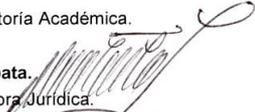
**PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE**

Dado en Armenia Q., a los Seis (6) días del mes de Diciembre de 2016

  
**JOSE FERNANDO ECHEVERRY MURILLO**  
Rector  
  
**CLAUDIA PATRICIA BERNAL RODRIGUEZ**  
Secretaria General

Elaboró y Proyecto: Jorge Iván Marín Hurtado.  
Director del Programa de Ingeniería Electrónica.  
Carlos Enrique Cabrera A.   
Unidad Curricular – Vicerrectoría Académica

Revisó:   
Jose Enver Ayala Zuluaga.  
Unidad Curricular - Vicerrectoría Académica.

Revisó y Aprobó:   
Nestor Jairo Zapata.  
Jefe Oficina Asesora Jurídica.

Por una Universidad  
**PERTINENTE CREATIVA INTEGRADORA**  
Carrera 15 Calle 12 Norte Tel.: +57 (6) 7359300 Armenia - Quindío - Colombia



**UNIVERSIDAD  
DEL QUINDÍO**

**PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA (PEP)**

**PROGRAMA INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Registro Calificado Resolución MEN N° 5455 de 2012**

**Armenia, Octubre 20 de 2016**

Por una Universidad  
**PERTINENTE CREATIVA INTEGRADORA**

[www.uniquindio.edu.co](http://www.uniquindio.edu.co)

### Consejo de Facultad

Gustavo Botero Echeverri  
Decano Facultad de Ingeniería

Jorge Iván Marín Hurtado  
Director Programa Ingeniería Electrónica

Gonzalo Jiménez Cleves  
Director Programa Topografía

Carlos Arturo García Ocampo  
Director Programa Ingeniería Civil

Robinson Pulgarín Giraldo  
Director Programa Ingeniería de Sistemas y  
Computación

Gustavo Jaramillo Botero  
Director Programa Tecnología en Obras Civiles

Francisco Javier Ibargüen Ocampo  
Director CEIFI

Jhon Jairo Duque Arango  
Representante de Egresados

Leonardo Cano Saldaña  
Representante de Extensión

Elkin Aníbal Monsalve Durango  
Director Maestría en Ingeniería

Luis Eduardo Sepúlveda Rodríguez  
Representante de los Profesores

Julián Garzón Barrera  
Representante de los Profesores

### Consejo Curricular

Jorge Iván Marín Hurtado  
Director Programa Ingeniería Electrónica

Wilmer Diego Jiménez Trujillo  
Asesor de Proyección Social

Luis Miguel Capacho Valbuena  
Representante de los Profesores

Jorge Alejandro Aldana Gutiérrez  
Representante de los Profesores

Wilmar Yesid Campo Muñoz  
Representante de los Profesores

Francisco Javier Ibargüen Ocampo  
Representante de los Profesores

Diego Fernando Jaramillo Patiño  
Asesor de Investigaciones del Programa

Juan Camilo Caviedes Valencia  
Representante de los Estudiantes

Iván Darío Zuluaga Álzate  
Representante de los Estudiantes

Cristian Daril Toro  
Representante de los Estudiantes

### Comité de Acreditación del Programa

Alexander Vera Tasamá  
Jorge Alejandro Aldana Gutiérrez  
Juan Felipe Medina Lee  
Alejandro Herrera Uribe  
César Augusto Álvarez Gaspar

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1. CONTEXTO ACADÉMICO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 CONCEPCIÓN DEL PROGRAMA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 REFERENTES NACIONALES E INTERNACIONALES.....</b>	<b>6</b>
1.1.1 El Enfoque CDIO .....	6
<b>1.2 PROBLEMÁTICA LOCAL, REGIONAL Y NACIONAL .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 PROPÓSITO GENERAL DEL PROGRAMA.....</b>	<b>13</b>
1.3.1 Compromisos con la sociedad y el país.....	13
1.3.2 Retos de formación personal .....	14
<b>1.4 RELACIÓN CON EL PEU .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 2. MISIÓN Y VISIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 MISIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 VISIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 OBJETIVOS DEL PROGRAMA .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 3. RETO FORMATIVO .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 PERSPECTIVAS FORMATIVAS DEL PROGRAMA .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 FORMACIÓN INTEGRAL .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 PERFILES.....</b>	<b>23</b>
3.3.1 Perfil Profesional .....	23
3.3.2 Perfil Ocupacional .....	24
<b>3.4 COMPETENCIAS (RESULTADOS DE APRENDIZAJE PREVISTOS-RAPS).....</b>	<b>25</b>
3.4.1 RAPs del Programa .....	25
3.4.2 RAPs del Área Ciencias Básicas.....	26
3.4.3 RAPs del Área Electrónica .....	26
3.4.4 RAPs del Área Diseño-Implementación .....	26
3.4.5 RAPs del Área Administrativa.....	26
3.4.6 RAPs del Área Sistemas Digitales .....	27
3.4.7 RAPs del Área Control y Automatización .....	27
3.4.8 RAPs del Área Telecomunicaciones .....	27
<b>3.5 CRITERIOS FORMATIVOS.....</b>	<b>27</b>
3.5.1 La excelencia del Programa de formación en cuanto a principios curriculares.....	27
3.5.2 La calidad institucional.....	29
3.5.3 Eficiente gestión curricular .....	32
<b>CAPÍTULO 4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y PEDAGÓGICA DEL PROGRAMA .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 FUNDAMENTACIÓN PEDAGÓGICA.....</b>	<b>35</b>
4.2.1 Aprendizaje activo en el contexto CDIO.....	37
4.2.2 Infraestructura .....	37
4.2.3 Criterios y tipos de evaluación .....	38
<b>4.3 ARTICULACIÓN E INTEGRACIÓN CURRICULAR .....</b>	<b>39</b>
4.3.1 Componente de Formación General.....	41
4.3.2 Componente de Formación Personal.....	42

4.3.3	Componente de Formación de Facultad .....	42
4.3.4	Componente de Formación Profesional .....	43
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>ACCIONES ESTRATEGICAS .....</b>	<b>52</b>
5.1	ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA DOCENCIA .....	54
5.2	ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA INVESTIGACIÓN .....	55
5.3	ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA PROYECCIÓN SOCIAL .....	56
5.4	ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN E INTERACCIÓN CON REDES ACADÉMICAS .....	56
5.5	ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA PLANEACIÓN ACADÉMICA Y LA ACREDITACIÓN .....	57
5.6	ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN CURRICULAR.....	58
<b>CAPÍTULO 6.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>

## PRESENTACIÓN

Desde la creación del Programa de Ingeniería Electrónica en 1996, y su inicio de labores académicas el primer semestre de 1997, el programa ha progresado notablemente en los tres ejes misionales: docencia, investigación y proyección social. En estos veinte años se partió de tener un programa con docentes de poca formación posgradual, a un programa que a 2016 cuenta con cuatro doctores y espera duplicar esta cifra a 2018, con nueve doctores. Igualmente, en estos veinte años se han gestado cuatro grupos de investigación categorizados y reconocidos en Colciencias, los cuales han aportado no solo a la investigación sino también a la proyección social del programa. En lo curricular, se han realizado avances significativos, pasando de un currículo poco flexible y rígido a un currículo flexible basado en líneas de profundización, perfectamente articuladas a los grupos de investigación; y con la propuesta curricular de este nuevo PEP, se dará inicio a un enfoque innovador con perspectiva internacional, basada en la iniciativa CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar-Operar). Estos progresos han sido gracias a la continua actualización e innovación de los docentes-investigadores del programa, y al decidido apoyo de docentes, estudiantes y graduados altamente comprometidos con el programa.

Este Proyecto Educativo del Programa (PEP) 2016-2025 ha sido el resultado de la consolidación de un proceso de reflexión que inició en 2008, con el lema “Queremos”, y continuó con parte del Comité en cargo, en el contexto de las discusiones que se llevaron a cabo con la participación masiva de estudiantes, docentes y graduados, en los congresos internos realizados en 2013, 2015 y 2016. Igualmente, un papel fundamental para la elaboración de esta propuesta ha sido el Claustro Docente, a cuyas sesiones han sido invitadas las diferentes asociaciones estudiantiles del Programa.

En el marco de una Universidad Pertinente, Creativa, Integradora, este nuevo PEP le apuesta a la innovación curricular por medio de la adopción del enfoque CDIO. Un consorcio internacional para la formación de ingenieros que se acopla perfectamente al modelo pedagógico uni-quindiano establecido en el PEU: Integrador-Sociocognitivo-Experiencial. Como aporte a esa Universidad Pertinente, este PEP le apuesta, a través de estrategias académicas y administrativas, a una investigación y a una proyección social, articuladas con las problemáticas y necesidades del entorno.

JORGE IVÁN MARÍN HURTADO  
Director Programa de Ingeniería Electrónica

## CAPÍTULO 1. CONTEXTO ACADÉMICO

### 1.1 CONCEPCIÓN DEL PROGRAMA

El programa académico de pregrado en Ingeniería Electrónica (IE), adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Quindío, con registro ICFES No 120846210386300111101, fue creado según Acuerdo 085 del Consejo Superior del 17 de septiembre de 1996 y registrado en el Sistema Nacional de Información de Educación Superior del ICFES con el código 4240 el 21 de marzo de 1998.

Desde su creación el programa ha obtenido en dos ocasiones la renovación del Registro Calificado; la más reciente el 18 de mayo de 2012 con una vigencia de 7 años (Res: MEN 5455). En cuanto a la propuesta curricular más reciente, esta fue presentada en el año 2004 bajo la definición de plan C64, con un total de 175 créditos académicos.

El programa de Ingeniería Electrónica trabaja permanentemente en función de la gestión y el aseguramiento de la calidad, buscando obtener y mantener la Acreditación de Alta Calidad que otorga el Ministerio de Educación Nacional, como parte de las acciones de mejoramiento estructural con las que se encuentra comprometido; una meta que le ha permitido crecer en materia de talento humano calificado e infraestructura física y tecnológica, siempre con el fin de mejorar su impacto en la región.

Un sólido equipo profesional caracterizado por su interdisciplinariedad respalda este ejercicio de formación, investigación y extensión, que a su vez permite el ensamblado de propuestas en diferentes áreas y líneas de profundización, todas ellas enriquecidas por la reflexión epistemológica, pedagógica, social y metodológica, en respuesta a las expectativas y retos que implica formar ingenieros idóneos en un mundo cambiante que demanda honestidad, flexibilidad, capacidad innovadora, pertinencia, transparencia y calidad, entre otros valores éticos y profesionales.

Para el año 2007 el programa Ingeniería Electrónica impulsó una discusión participativa al interior del Claustro de Profesores que se inició con la pregunta: "¿Cuál es el ser humano que queremos?", dilucidando un conjunto de habilidades que demanda el entorno.

En el año 2010 este mismo claustro identificó la iniciativa internacional CDIO (*Conceive, Design, Implement, Operate*) como respuesta adecuada a la pregunta planteada, razón por la cual

Universidad del Quindío, a través del programa de Ingeniería Electrónica como programa piloto, adoptó formalmente en 2014 este enfoque (CDIO.org, 2015b) como base del diseño de una nueva estructura curricular que permitiera articular mecanismos de autoevaluación y seguimiento de su aplicación.

El proceso de análisis participativo del modelo, realizado bajo las directrices de la dirección del programa, con el respaldo del comité de autoevaluación y las demás instancias administrativas y académicas del mismo, ha conducido a la adaptación de los principios esenciales de este paradigma para la formación de ingenieros, tomando en cuenta condiciones socio-técnicas y ambientales particulares, con el fin de dar respuesta a los retos que proponen la región y el país.

## 1.1 REFERENTES NACIONALES E INTERNACIONALES

El programa de Ingeniería Electrónica de la universidad del Quindío es uno de los 88 programas activos que se ofrecen en el país (Ministerio de Educación, 2016) y aporta al desarrollo del departamento con 4 grupos de investigación entre los 141 existentes en el área de la electrónica en Colombia (Colciencias, 2016).

El Programa comparte escenarios en el departamento con ofertas académicas de universidades como la Escuela de Administración y Mercadotecnia (EAM), la Universidad Antonio Nariño y, en la región, con Instituciones de Educación Superior – IES – como la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) y la Universidad Católica de Risaralda, las cuales ofrecen programas en las áreas de electrónica, sistemas informáticos, telecomunicaciones y/o mecatrónica. Por esta razón, el programa busca mecanismos para mejorar la visibilidad, la pertinencia y la calidad que le permitan continuar posicionándose como referente y primera opción de formación en este ámbito en la región.

En este sentido el enfoque CDIO permite que el programa articule su formación con este nuevo contexto, a través un currículo pertinente, creativo, integrador, consciente de las nuevas realidades nacionales y mundiales. Un modelo que empodera multidisciplinariamente al futuro profesional para responder a las demandas del entorno en cualquier tiempo y lugar.

### 1.1.1 El Enfoque CDIO

El consorcio CDIO es una asociación sin ánimo de lucro fundada por las Universidades: *Massachusetts Institute of Technology (MIT- USA)*, *Royal Institute of Technology (KTH - Sweden)*, *Chalmers University of Technology (Sweden)* y *Linköping University (Sweden)*. Actualmente existen más de 130 universidades en el mundo que están implementando la iniciativa CDIO. En Colombia la Universidad del Quindío es la quinta en afiliarse, y la primera universidad pública de carácter regional. En Colombia, las otras universidades que han

adoptado este paradigma de formación en ingeniería son la Pontificia Universidad Javeriana-Bogotá, ICESI-Cali, Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA), Universidad Nacional de Colombia-Bogotá, y la Universidad Santo Tomás.

Esta iniciativa define un modelo metodológico para la formación en ingeniería en el que se establece que el ingeniero recién graduado debe ser capaz de concebir, diseñar, implementar y operar productos, sistemas y procesos en ambientes colaborativos. Esto implica el desarrollo de destrezas disciplinares, personales, interpersonales y profesionales que coinciden con las propias del ejercicio de la ingeniería.

CDIO hace especial énfasis en el principio del “Ciclo de vida del producto” como contexto idóneo para la formación de ingenieros (en este caso ingenieros electrónicos) y sirve como “Marco cultural en el que se desarrolla la formación de habilidades técnicas y profesionales” (C.D.I.O., 2010).

Según el documento (C.D.I.O, 2010), *La ‘etapa Concebir’ comprende definir las necesidades del cliente; considerar la tecnología, la estrategia empresarial y las regulaciones; y, por último, desarrollar el plan conceptual, el plan técnico y el plan de negocio. La etapa Diseñar se centra en la creación del diseño, esto es, los planos, representaciones y algoritmos que describen lo que será después implementado. La etapa Implementarse refiere a la transformación del diseño en el producto, proceso o sistema, incluyendo su manufactura, codificación, testeo y validación. Y la última etapa, Operar se refiere a la utilización del producto o proceso implementado para entregar el resultado esperado; esta etapa incluye el mantenimiento, el perfeccionamiento y el retiro final del sistema”* .

En 2004 la iniciativa CDIO adoptó 12 estándares para describir los principios rectores de los programas CDIO. Los Estándares CDIO definen los rasgos que permiten distinguir un programa CDIO, sirven como directrices para la reforma y la evaluación de programas educacionales, generan puntos de referencia y metas que pueden aplicarse internacionalmente, y proporcionan un marco para la mejora continua. Estos estándares también pueden ser usados como marco de referencia a efectos de certificación.

Los 12 Estándares CDIO abordan la filosofía del programa (Estándar 1), el desarrollo del currículo (Estándares 2, 3 y 4), las experiencias de diseño-implementación y los espacios de trabajo (Estándares 5 y 6), los métodos de enseñanza y aprendizaje (Estándares 7 y 8), el desarrollo docente (Estándares 9 y 10), y la evaluación (Estándares 11 y 12) (C.D.I.O, 2010). En la Tabla 1 se presentan los aspectos más relevantes de cada uno de los estándares y el estado de su aplicación en el programa académico de Ingeniería Electrónica a 2016.

Tabla 1. Descripción de Estándares CDIO

Estándar	Contexto	Concepto	Estado
1. Contexto	La ingeniería es ante todo un programa de formación conceptual y práctica de profesionales de la ingeniería, que cultiva habilidades especiales para el diseño orientado a resolver problemas en favor de la humanidad.	El Ciclo vital completo de productos, procesos y sistemas constituye el marco cultural adecuado para la formación de ingenieros	Actualmente existe en el programa de Ingeniería Electrónica acuerdo explícito para realizar la transición a un programa CDIO, adecuado a las demandas concretas del entorno socioambiental de Colombia y el Quindío.
2. Resultados de Aprendizaje	En la formación de ingenieros según los principios CDIO se enfatiza en unas constantes planificación y producción de experiencias de aprendizaje, enfocadas al con resultados comprobables desde el comienzo del ejercicio de la profesión del ingeniero, o antes, durante el pregrado.	Habilidades personales e interpersonales para la resolución de problemas, orientadas a la construcción de productos, procesos y sistemas, haciendo uso de pensamiento creativo, crítico y sistémico, trabajo en equipo, con ética y liderazgo.	Para garantizar graduados con desempeño de alta calidad en el ámbito profesional, desde el 2013 se han venido actualizado los perfiles profesional y ocupacional, y se definieron los resultados de aprendizaje del programa y por áreas de formación.
3. Currículo Integrado	La formación de ingenieros exige integralidad y para lograrla a través del currículo, se requiere de un comportamiento sistémico en el que las asignaturas se encuentren articuladas con aquellas correspondientes a capacidades para la lectura de contextos y el diseño	Despliegue de habilidades personales e interpersonales, así como de conductas basadas en la reflexión ética y el trabajo colaborativo, aplicados a la construcción de productos, procesos y sistemas.	El rediseño e implementación del currículo del programa de Ingeniería electrónica (CDIO) propende por mantener conexiones explícitas de contenidos y resultados de aprendizaje. No se forma para después aplicar, Se educa aplicando.
4. Introducción a la Ingeniería	El empoderamiento de los estudiantes desde los primeros semestres, como Ingenieros en formación, constituye un punto clave para alcanzar una actitud, profesional idónea y ética.	Este espacio académico proporciona fundamentación a la práctica de la ingeniería, basándose en la resolución de problemas básicos de diseño y el trabajo en equipo, para la construcción de productos, procesos y sistemas	Introducción a la ingeniería en el programa de Ingeniería Electrónica opera como eje articulador de un proyecto CDIO introduciendo una primera experiencia de diseño-implementación.
5. Experiencias de Diseño-Implementación	La formación de ingenieros se refiere, tanto conceptual (concebir) como metodológicamente (implementar) a las competencias para el diseño de soluciones en contexto .	Desarrollo de habilidades orientadas a la construcción de nuevos productos, procesos y sistemas que encuentren en las ciencias de ingeniería y/o el método de diseño, elementos esenciales para el desempeño investigativo y/o profesional.	En el programa de Ingeniería Electrónica se propende por la ejecución de proyectos de investigación durante el pregrado y por la realización de prácticas profesionales que permitan estimular capacidades innovadoras

Estándar	Contexto	Concepto	Estado
<b>6. Espacios de Trabajo</b>	Los entornos necesarios para el aprendizaje y el bienestar, pueden ser físicos, virtuales, ambientales y culturales. Los espacios físicos y los virtuales, se encuentran transversalizados por la instrumentación tecnológica (laboratorios, salas multivisuales, aulas, zonas de estudio, etc), los ambientales (senderos, relictos boscosos), además de ser útiles para programas de investigación y disfrute paisajístico en la diversidad del campus	La infraestructura, las locaciones y los recursos de carácter tecnológico, son esenciales en el desarrollo de un proceso centrado en experiencias de aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, no hay que descuidar que este concepto alude también a los espacios del Proyecto Cultural de la facultad de Ingeniería	En el programa de Ingeniería Electrónica se trabaja actualmente en el mejoramiento de estos entornos de aprendizaje.
<b>7. Experiencias de Aprendizaje Integrado</b>	La formación disciplinar de ingenieros, basada en experiencias de aprendizaje implica factores de diversidad curricular y conexiones temáticas, metodológicas y de contenido.	El aprendizaje integrado conduce a la construcción de conocimientos, habilidades personales e interpersonales así como para la construcción de productos, procesos y sistemas.	El programa de Ingeniería electrónica estructura en el marco de la reforma curricular, el proyecto integrador para cumplir con este aspecto de la formación integrada en el marco CDIO
<b>8. Aprendizaje Activo</b>	En el contexto de nuevas relaciones universidad empresa y frente a los retos que ofrece la innovación en un ámbito social que requiere concebir soluciones de diseño orientadas a problemas locales en perspectiva global, la formación de ingenieros encuentra en los métodos de aprendizaje activo una oportunidad para participar como protagonistas del desarrollo sostenible	El modelo CDIO para la formación de ingenieros electrónicos propone transformar las prácticas pedagógicas basadas en la transmisión del conocimiento por aquellas que promueven su construcción colectiva, participativa, crítica y reflexiva, basadas en la resolución de problemas, la manipulación, ampliación y análisis de ideas.	El programa de Ingeniería Electrónica avanza en la consolidación de cambios en las metodologías de enseñanza-aprendizaje a través de la capacitación en aprendizaje activo en los diferentes claustros docentes desde el 2013.
<b>9. Fortalecimiento de las Competencias de los Académicos</b>	En el marco de los procesos de gestión y aseguramiento de la calidad de la educación superior se hace prioritaria la experiencia profesional permanentemente actualizada que eleve los niveles de formación y que no se concentre solo en actividades de investigación.	La formación de alto nivel de profesionales competentes para la formación en el modelo CDIO propende por el fortalecimiento de los resultados de aprendizaje, que garanticen altos niveles de competitividad y movilidad académica.	Al programa de ingeniería Electrónica se incorporan y reincorporan profesores con Maestría y Doctorado que se unen a grupos de investigación y desarrollan nuevas propuestas para la formación de ingenieros de alta calidad y capacidad innovadora. Es preciso que estos profesionales altamente calificados también tengan cercanía con el ejercicio de la profesión en el contexto industrial y comercial.

Estándar	Contexto	Concepto	Estado
<b>10. Fortalecimiento de las Competencias Docentes de los Académicos</b>	Nuevos modelos pedagógicos basados en la construcción participativa del conocimiento requieren educadores con habilidades especiales formadas en paradigmas no convencionales	Una nueva pedagogía activa basada en experiencias y resultados de aprendizaje integrado, activo y con nuevos modelos pedagógicos no jerarquizados	En la Universidad del Quindío se cuenta con un diplomado en docencia universitaria de 120 horas de intensidad, pero hacen falta nuevos espacios para formar en pedagogías alternativas.
<b>11. Evaluación del Aprendizaje</b>	En el contexto de una formación basada en experiencias de conocimiento y pedagogías activas, que responden a las demandas concretas de transferencia y transformación en la sociedad, se debe contar con un sistema de evaluación de competencias adecuado a estas exigencias.	La medición del grado de experticia y aplicabilidad del conocimiento, entre los estudiantes se basa en una variedad de métodos que apuntan a la formación disciplinar y de habilidades personales e interpersonales y de construcción de productos, procesos y sistemas.	La reforma curricular, los proyectos de integración, la formación en resolución de problemas, son estrategias de progresiva implementación
<b>12. Evaluación del Programa</b>	Los procesos de aseguramiento de la calidad son de carácter continuo y la autoevaluación, en consecuencia, debe ser una estrategia de permanente aplicación, adaptación, actualización.	Mejoramiento continuo	El programa de Ingeniería Electrónica se encuentra en pleno proceso de autoevaluación

Para el programa de Ingeniería electrónica, el modelo CDIO se asume como apto y adaptable para la formación de ingenieros en el proceso de Concebir-Diseñar-Implementar-Operar, dentro de un ecosistema de aprendizaje que corresponde al ciclo vital completo del producto, proceso o sistema. Lo anterior implica que cada estándar deba ser ajustado a las necesidades propias de la formación, reflejándose en una estructura curricular pertinente con las necesidades y oportunidades del entorno de desempeño del ingeniero, tanto a escala local como global.

## 1.2 PROBLEMÁTICA LOCAL, REGIONAL Y NACIONAL

En las últimas décadas el campo de la electrónica se ha ubicado en el centro del desarrollo de la sociedad moderna-postindustrial. Con su acelerada evolución ha logrado impactos en múltiples dimensiones de la cultura, la tecnología, la salud, la educación, los negocios y el ambiente. Los avances tecnológicos han contribuido asimismo para que la sociedad se centre en los fenómenos de la información y el conocimiento, lo cual ha cambiado las dinámicas productivas, educativas y de convivencia.

Paradójicamente, como efecto de esta ‘nueva’ carreras técnicas (ingenierías, tecnologías) ha ido descendiendo (García González, 2012), a lo

cual se suma un escenario difícil para los programas que forman ingenieros, más aún cuando los requerimientos para ser exitoso en la instancia tecnológica han aumentado, haciendo que el trabajo en este sector requiera, además de competencias técnico-disciplinares, habilidades personales e interpersonales para enfrentar escenarios profesionales cada vez más complejos y difusos. Es por esto que (García González, 2012), a través de ACOFI, menciona:

*“La encuesta NaBaTech (2009) determinó que existe una diferencia marcada entre una opinión positiva y la intención efectiva de seguir una carrera dentro del sector de la ciencia y la tecnología. Hay una diferencia enorme en la opinión que tiene la juventud del perfil entre un trabajo ideal y uno técnico” .*

En general, los jóvenes ingenieros esperan alcanzar con su trabajo profesional el estatus financiero deseado para su nivel de formación; sin embargo, a pesar de las buenas expectativas del mercado en el futuro, se muestran pesimistas ante la situación del país y el mundo, de cara a las expectativas económicas y políticas de la actualidad. En el mismo documento de ACOFI se indica *La encuesta también encuentra puntos importantes como: La forma como los niños experimentan la tecnología de primera mano ha cambiado, juegos como Lego, trenes o kits de construcción han sido reemplazados por consolas de video y juegos de computador.*

*Esto debería fomentar la actitud del usuario e incrementar la importancia de la tecnología en los colegios. Mujeres jóvenes con buenas calificaciones en matemáticas y ciencias tienen poca convicción de triunfar en ingeniería. Las mujeres no tienen miedo de ser una minoría cuando empiezan la carrera, sin embargo 2/3 reportan haber sufrido discriminación después de haber empezado.*

*Los hombres que inician ingeniería están fascinados por experimentar de primera mano la tecnología pero se frustran por el estudio altamente teórico y muchas veces abstracto que tiene lugar durante las primeras etapas de la carrera. ”*

Además de los fenómenos evidenciados en (García González, 2012), el escenario de la educación superior ha cambiado en Colombia al igual que en el mundo en desarrollo, donde los jóvenes pueden acceder más fácilmente a la formación universitaria, reduciéndose con ello el nivel de exigencia académica para su ingreso. Esto implica que los programas universitarios hagan un mayor esfuerzo para que a la vez que se nivela y potencializa la capacidad académica de los estudiantes, estos se mantengan motivados y enfocados en las áreas de formación en ingeniería, en un esfuerzo por mitigar el fenómeno de la no retención.

En síntesis, el escenario es complejo e implica situaciones aparentemente contradictorias. Por un lado, ciencia, tecnología e innovación, se encuentran en el centro de las dinámicas sociales, económicas y culturales en la actualidad, por otro, los estudiantes del mundo en desarrollo no están optando por la ingeniería y cuando lo hacen, su bajo nivel en competencias científico-técnicas y de lectoescritura, los lleva a abandonar rápidamente el camino, pues garantizar su permanencia en la formación profesional se hace problemático en vista de la deficiente formación básica, media y vocacional.

Es por ello que en el marco de las acciones de extensión del programa de Ingeniería Electrónica, orientadas a determinar causas de problemas como el bajo rendimiento y la deserción estudiantil en los primeros semestres de la carrera, se realizó en el año 2010 un proyecto en conjunto con la Secretaría de Educación Municipal y cuatro colegios públicos de Armenia (Herrera Uribe, Ibargüen Ocampo, & Jaramillo Patiño, 2010), tanto en la modalidad académica como tecnológica, denominado: Estudio analítico de competencias en resolución de problemas, habilidades lógico-matemáticas y toma de decisiones en los estudiantes de grados décimo y once de cuatro instituciones educativas del municipio de Armenia de cara a su inserción en el sistema de educación superior.

Este proyecto surgió, entre otras motivaciones, de la necesidad de conocer en profundidad y desde nuevas ópticas de análisis, el estado real y las posibles causas de los problemas latentes en el proceso de inserción de los estudiantes de grado once de instituciones educativas del Sistema de Educación Pública Municipal de Armenia en los sistemas de educación superior, frente al desarrollo de las competencias para la resolución de problemas, la toma de decisiones y la exitosa aplicación de habilidades lógico-matemáticas.

Según el estudio, cuyo objetivo fue realizar un diagnóstico acerca de las causas más significativas de las deficiencias de la enseñanza-aprendizaje de la tecnología frente al desempeño y el desarrollo de las competencias en resolución de problemas, habilidades lógico-matemáticas y toma de decisiones, a través de la aplicación de talleres pudo concluirse entre otros aspectos que:

1. Los estudiantes experimentan dificultades en la formulación de razonamientos para expresar lo que piensan de manera coherente, no utilizan adecuadamente recursos para estructurar el pensamiento y obtener información. Igualmente se puede ver en los documentos de soporte del estudio que los estudiantes disocian el uso de métodos del proceso mismo de solución de problemas; o sea, solucionan problemas de forma intuitiva.
2. Los estudiantes tampoco logran aplicar principios físicos a la resolución de problemas a través del diseño, adaptación o apropiación de artefactos o tecnologías. En las representaciones gráficas no hay un manejo adecuado de las proporciones, denotando una muy limitada formación y tienen grandes problemas para seguir instrucciones y no logran integrar eficientemente los principios físicos para resolver problemas, además tienen serias falencias para representar ideas y conceptos mediante planos, esquemas o bocetos. En el mejor de los casos, sólo logran representaciones ingenuas desprovistas de toda consideración de requerimientos, proporciones, modos de funcionamiento, descripción de partes y ensamblado, etc.
3. En materia de análisis CTS (problemas que involucran reflexiones sobre la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad), cuando los estudiantes de secundaria monitoreados fueron enfrentados a una situación controversial sobre las causas del cambio climático, plantearon solamente argumentos generales al respecto de las posiciones en contienda,

sin dar lugar al análisis crítico, denotando la ausencia de elaboración de juicios nuevos acerca de situaciones específicas.

Lo anterior permite concluir que para la reflexión sobre el contexto de la reforma curricular, es prioritario conocer e intervenir las causas pedagógicas, curriculares, sociales y epistemológicas de los problemas que surgen en la enseñanza media y que deben ser asumidos (aunque pocas veces sean resueltos plenamente) durante la primera fase de la carrera, lo cual genera obstáculos en el proceso mismo de formación en el marco de los objetivos del consorcio CDIO. (Herrera Uribe et al., 2010).

### 1.3 PROPÓSITO GENERAL DEL PROGRAMA

#### 1.3.1 Compromisos con la sociedad y el país

Para la sociedad en general, así como para la industria, las comunidades, las instituciones y los gobiernos, resulta de gran interés mantener y fomentar el desarrollo tecnológico (innovación), es por esto que en Colombia, Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo de los sectores Electrónica, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2013) se establece el contexto del sector y las estrategias para su desarrollo. En este sentido debe ser prioritaria una educación en ingeniería orientada a problemáticas del entorno y articulada con la investigación y el desarrollo.

Lo anterior enfatiza la necesidad de la articulación de la universidad y sus programas académicos con las instituciones que fortalecen el desarrollo tecnológico del país, lo cual implica el diseño de planes y currículos coherentes con esta necesidad, que se acoplen con la cadena de valor del sector tecnológico y el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Otro de los aspectos prioritarios en el contexto curricular para la formación de ingenieros es la necesidad de graduar profesionales practicantes, es decir actores que transformen el entorno y no solo científicos en estricto sentido, algo que parece no estar claro en algunas de las motivaciones de currículos convencionales que no asumen CDIO como norte. En suma, el énfasis debe estar puesto en la capacidad de hacer ingeniería para el desarrollo social como su motivación más profunda.

El ETIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2013) establece:  
*“Cualquier persona natural o jurídica de carácter público, privado o mixto que realice actividades científicas, tecnológicas y de innovación, o promueva el desarrollo de las mismas, forma o puede formar parte del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Sin embargo, hay entidades que desempeñan un papel crítico en las dinámicas de la innovación y*

*son aquellas que sirven para conectar las empresas y las universidades. Entre ellas, hay tres tipos de entidades que desempeñan funciones y misiones diferentes y complementarias, que buscan presentar soluciones acertadas a problemas empresariales, por medio del uso del conocimiento generado en la investigación, innovación y desarrollo tecnológico.*

*Éstos son: Los Centros de Desarrollo Tecnológico, Los Centros Regionales de Productividad, y las Incubadoras de empresa de Base Tecnológica.”*

A este respecto cabe anotar que a partir del año 2016 se cuenta en la Universidad del Quindío con la Vicerrectoría de Extensión y Desarrollo Social, encargada de promover y optimizar las relaciones de la academia y la investigación con las necesidades más sensibles de la región y el país, lo cual se enmarca convenientemente en el desarrollo del currículo CDIO.

### **1.3.2 Retos de formación personal**

El programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío avanza, a partir de los procesos de autoevaluación, discusión y mejoramiento continuo, en un proceso de reflexión permanente sobre la pertinencia del currículo y las didácticas implementadas en la formación que brinda a sus estudiantes. A partir del 2010, esta reflexión lleva al claustro de docentes a convocar a algunos de los actores más representativos de la sociedad, incluyendo empleadores, empleados y graduados, para escuchar sus inquietudes a través de procesos participativos de autoevaluación con el fin de construir y actualizar la matriz A.O.D.F (Amenazas – Oportunidades – Debilidades – Fortalezas), cuya última revisión fue el primer semestre de 2016.

Con estos ejercicios de construcción colectiva del currículo se ha buscado fortalecer la conexión de la formación en ciencia y tecnología con la preparación para resolver problemas reales de la sociedad. El trabajo de los ingenieros no puede depender de científicos, lo que constituye un propósito fundamental de la formación que debe reevaluar un modelo de formación lejano de los contextos reales y del desarrollo.

Producto de las citadas inquietudes y su análisis por parte del claustro docente, se concluye que el perfil del egresado debe corresponder a un concepto más vasto que el de un profesional promedio en la electrónica. Esto implica que, además de una formación en lo técnico, el ser humano que se gradúa como ingeniero electrónico de la Universidad del Quindío, poseerá características personales y profesionales acordes con las necesidades de una sociedad que reclama actores del desarrollo con sensibilidad social, conciencia ambiental y visión empresarial, además de creatividad, sentido crítico y otras cualidades tan importantes como las habilidades técnicas y científicas.

De esta manera, el claustro docente del programa define la siguiente intención de formación:

*“El ser Humano que queremos en el programa de Ingeniería Electrónica:*

*Un individuo feliz de ser lo que es, autónomo, con grandes habilidades de adaptación y transformación. Con un pensamiento sistémico y visionario; diseñador de procesos perdurables.*

*Que tenga deseos de servir a la sociedad, con capacidad de generar alternativas reales en un mundo globalizado desde lo local. Orientados a crear calidad de vida con habilidades especiales para descubrir la oportunidad en su campo de acción. Capaz de ver con claridad necesidades y problemas humanos y ambientales, proponer soluciones, gestionarlas y defenderlas. Que sepa que es parte de la naturaleza y que todas sus actividades la afectan y por ende a sí mismo.*

*Una persona en posición de elegir terrenos de aplicación con autonomía, líder en creación de tecnología y más allá del mito de la dependencia. Empresario y generador de empleo. Constructor de soluciones.*

*Un ser humano capaz de afrontar los nuevos retos que exige la sociedad y el ambiente en cual se desempeña, los valores deben reflejarse en sus comportamientos, mostrando honestidad y compromiso en sus acciones, lo cual se traduce en resultados excelentes, índices de una superación continua.*

*Debe manifestar constantemente identidad y alta autoestima, así como sentido de pertenencia regional. Además identifica oportunidades, percibe cambios y gestiona los recursos para llevarlos a cabo, es decir ejerce liderazgo efectivo.*

*Es un ser reflexivo que ejercita constantemente su pensamiento crítico, implementando soluciones creativas y eficientes a los problemas que presenta el mundo que lo rodea. Este ejercicio reflexivo le debe permitir aceptar y desempeñar el rol que le corresponde cuando se desempeñe como miembro de un equipo” .*

## **1.4 RELACIÓN CON EL PEU**

La Universidad del Quindío, a través de su Proyecto Educativo Uniquindiano (PEU), apuesta por un enfoque pedagógico que busca fundamentar, desde la acción y la reflexión, un escenario de acuerdos pedagógicos, curriculares, didácticos y evaluativos comunes, que permitan a los agentes educativos, las facultades, los programas y otras dependencias universitarias movilizar creaciones educativas pertinentes e innovadoras, según sus particularidades disciplinares y de construcción de conocimiento.

Es definitivo que el enfoque pedagógico integrador socio-cognitivo-experiencial asuma el reto de asociar saberes, que sean consistentes desde la teoría científica, los saberes construidos por las comunidades y la experiencia vital de los sujetos que transitan y se relacionan con los escenarios universitarios.

Por otro lado, y de acuerdo con los planes de estudio de la mayoría de programas de pregrado en ingeniería electrónica en Colombia, es evidente que éstos enfocan sus primeros semestres sobre una formación en ciencias básicas, como matemáticas y físicas, dejando la formación disciplinar para los semestres superiores de la carrera. Si bien este modelo tradicional ha prevalecido en la formación de ingenieros, también es cierto que genera contrastes entre los estudiantes relativos a su vocación, dado que solo aplican suficientemente la componente práctica y disciplinar de la electrónica hasta la mitad de su plan de estudios.

En (Biggs and C, 2011) se discute este fenómeno brindando una explicación basada en la taxonomía SOLO (*Structure of Observed Learning Outcome*- Estructura del Resultado de Aprendizaje Esperado). En dicha taxonomía se jerarquiza el pensamiento en cinco niveles, cada uno de los cuales contempla que el conocimiento puede ser de tipo declarativo o funcional.

Con base en esta clasificación, el modelo tradicional se enfoca en el conocimiento declarativo durante los primeros semestres de formación. Así mismo, los espacios académicos de los semestres superiores se orientan al desarrollo de habilidades hacia la aplicación, el diseño y la creación. Estas habilidades, propias del conocimiento funcional, son atributos esenciales de un profesional de la ingeniería. Por esta razón, en (Biggs and C, 2011) se presentan diferentes estudios que demuestran la necesidad de replantear el currículo, dotándolo de actividades de enseñanza/aprendizaje que permitan el desarrollo simultáneo de conocimiento declarativo y funcional desde el principio de la carrera.

El diseño curricular del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío no es ajeno a esta situación. Si bien se han identificado temas susceptibles de mejoramiento en cuanto a la formación disciplinar, en el año 2007 se realizó un diagnóstico de actitudes y habilidades personales con los estudiantes, revelando su interés prioritario en la prueba evaluativa puntual para obtener un mejor resultado numérico y no necesariamente en la apropiación del conocimiento (Ingeniería Electrónica, 2010b).

Igualmente se hallaron problemas con su capacidad para dimensionar prospectivamente la profesión, evidenciando que esta no se encuentra necesariamente relacionada con la transformación del entorno. Las habilidades de comprensión lectora y para el liderazgo también mostraron ser susceptibles de mejoramiento, según lo indica el diagnóstico.

Adicionalmente, y como resultado del proceso de autoevaluación, se consultaron algunos empleadores de la región quienes manifestaron que los egresados del programa cuentan con adecuadas capacidades profesionales, aunque presentan dificultades para reconocer sus fortalezas y debilidades y recomiendan fortalecer sus habilidades para la toma de decisiones, el trabajo en equipo y el liderazgo que se requiere en entornos productivos. Es importante resaltar que esta situación del programa, con respecto a la formación disciplinar y actitudinal, es un fenómeno mundial (Biggs & Tang, 2011)(Ingeniería Electrónica, 2010a).

Como resultado de este diagnóstico se identificaron los valores sobre los cuales se debe enfocar la formación de los estudiantes en el programa. Se concluyó que es prioritario fortalecer la autonomía a través del cultivo de habilidades para la adaptación y transformación de entornos sociotécnicos, desarrollando un pensamiento sistémico que permita el diseño de procesos perdurables. La formación de los estudiantes deberá estimular igualmente la convicción de servir a la sociedad, haciendo uso de la capacidad para generar alternativas reales en un mundo globalizado, desde lo local.

En cuanto a la responsabilidad social y ambiental, la formación deberá orientarse a la creación de calidad de vida para la sociedad y a la conservación del ambiente, identificando con claridad necesidades y problemas del entorno, para proponer soluciones que el ingeniero electrónico pueda gestionar y defender.

Nuestro profesional deberá ser un líder con capacidad para percibir cambios y gestionar recursos, con la opción de convertirse en un empresario generador de empleo y constructor de soluciones, que rompa con la dependencia tecnológica y que ponga en práctica habilidades especiales para descubrir la oportunidad en su campo de acción.

Habilidades como la autocrítica y la auto-reflexión permitirán a su vez implementar soluciones creativas y eficientes a los problemas que presenta el mundo que rodea al ingeniero y le permitirán desempeñar el rol que le corresponde cuando actúe como miembro de un equipo de trabajo.

Este contexto justifica el diseño de un nuevo currículo, coherente con los diferentes escenarios del ejercicio de la ingeniería. El enfoque CDIO brinda un conjunto de apoyos académicos y de experiencia mundial en formación en ingeniería que permiten un diseño acorde con las realidades mundiales y las necesidades de una formación de excelencia, que le permita al ingeniero ejercer su rol en la sociedad de forma deseada.

En lo que respecta al enfoque CDIO, es importante resaltar que éste no es ajeno y disonante con el enfoque pedagógico-sociocognitivo que se propone en el Enfoque Integrador y socio-cognitivo, en el enfoque CDIO se busca a través de un *Currículo Integrado* formar no solo en competencias y/o habilidades disciplinares sino también formar en competencias personales, interpersonales y profesionales (concepción, diseño, implementación y operación de sistemas) a lo largo del plan de estudios. En cuanto a lo sociocognitivo, el CDIO busca que el aprendizaje activo sea el motor para el proceso de aprendizaje, permitiendo cambios cognitivos, actitudinales, afectivos y de acción en el estudiante. Y en cuanto a lo experiencial, el enfoque CDIO plantea la necesidad de contar con espacios y acciones curriculares desde primer semestre en las que se promueva el contacto con la práctica y el ejercicio propio de la ingeniería.

## CAPÍTULO 2. MISIÓN Y VISIÓN

En consonancia con los principios misionales institucionales especificados en el Acuerdo del Consejo Superior N°028 de julio de 2016, el programa Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío define su Misión y Visión asumiendo su papel formador de manera pertinente y conforme a las tendencias y retos sociales, que demandan profesionales integrales y competentes.

### 2.1 MISIÓN

*“El Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío tiene dos propósitos: contribuir al desarrollo de la región por medio de la investigación y la proyección social, y formar integralmente ingenieros capaces de fomentar y sustentar responsablemente el desarrollo tecnológico y la innovación, con perspectiva global, a través de sólidos conocimientos en electrónica aplicados en las áreas de las telecomunicaciones, los sistemas digitales, la automatización y el control, con destrezas para la concepción, el diseño y la implementación de soluciones de ingeniería en equipos de trabajo” .*

En concordancia con la Misión institucional, el programa de Ingeniería Electrónica busca la **“ f o r m a c i ó n i n t e g r a l d e l s e r , e l s a b e r y e l h a c e r ”** a través de: a) La declaración que el enfoque pedagógico adoptado por el programa para lograr la formación integral de ingenieros electrónicos es el CDIO (concepción, diseño, implementación y operación de soluciones de ingeniería en equipos de trabajo); y b) La declaración que la formación de nuestros estudiantes será a través de una sólida formación en ingeniería electrónica y sus aplicaciones en las tres (3) áreas de profundización del programa: telecomunicaciones, sistemas digitales, y automatización y control.

*En cuanto a la “investigación pertinente, que aporte a la solución de problemáticas del desarrollo e integrada con la extensión y proyección social”, el programa de Ingeniería Electrónica estipula que uno de sus propósitos es “contribuir el desarrollo de la región por medio de la investigación y la proyección social”.*

*Finalmente, el programa de Ingeniería Electrónica contribuirá al precepto de “educando en tiempos del posconflicto y de la consolidación de la paz”, por medio de la formación de ingenieros “capaces de fomentar y sustentar responsablemente el desarrollo tecnológico y la innovación”.*

## 2.2 VISIÓN

*“El programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío se destacará como formador de profesionales líderes con alta calidad académica y humana, capaces de impulsar el desarrollo sustentable y pertinente, por sus contribuciones al ejercicio objetivo de la Ingeniería Electrónica como agente dinamizador del mejoramiento de la calidad de vida global” .*

La visión institucional pertinente-creativa-integradora está permeada en la misión y visión del programa de Ingeniería Electrónica por medio de: a) una pertinencia que se logra a través de la formación de pro impulso del desarrollo sustentable y pertinente” ; b) u creatividad que se evidencia en la misión del programa a través de la declaración de un enfoque pedagógico creativo como el CDIO; c) una integración que se logrará a través de la formación de un ingeniero electrónico “ l í d e n a l t a c a l i d a d a c a d é m i c a y h d i n a m i z a d o r d e l m e j o r a m i e n t o d e l a c a l i d a d d e

## 2.3 OBJETIVOS DEL PROGRAMA

El objetivo general del Programa es formar ingenieros electrónicos competentes, con conocimiento y aptitud científica y tecnológica, con grandes capacidades investigativas y de creatividad, un espíritu crítico y reflexivo con habilidades de pensamiento interdisciplinario, con un muy buen manejo de los fundamentos de ingeniería y conocimiento especializado de su campo de interés, que le permitan construir soluciones adecuadas a los problemas del mundo actual.

Para conseguirlo, con base en las directivas misionales y visionales se han planteado los siguientes objetivos específicos, alineados con el perfil y perspectivas del estudiante Uniquindiano y los pilares del PEU:

- ⟨ Incrementar el interés de los estudiantes hacia el desarrollo de habilidades para el aprendizaje a lo largo de la vida, enmarcado en la cultura y la preparación científico–tecnológica (Calidad académica: Autoaprendizaje).
- ⟨ Formar en la comprensión y establecimiento de relaciones entre hechos y fenómenos del entorno natural y contribuir activamente en la defensa, conservación y mejoramiento del medio ambiente (Integración con la sociedad).
- ⟨ Desarrollar las capacidades de análisis, interpretación y evaluación de conceptos, acontecimientos y fenómenos (Integración con la sociedad).
- ⟨ Fomentar la práctica de ingeniería orientada hacia el diseño e implementación de sistemas electrónicos, usando las tecnologías de la información y las comunicaciones a través de todo el currículo (Extensión y desarrollo social).

- < Desarrollar la capacidad de formulación de problemas de investigación, de hipótesis y estrategias de solución de problemas tecnológicos (Investigación).
- < Formar una conciencia ética y responsable como ingeniero respecto a los efectos del desarrollo científico y tecnológico y contribuir así a la solución de los problemas de la comunidad (Integración con la sociedad).
- < Fomentar el desarrollo de destrezas para el liderazgo, trabajo en equipo y la creatividad empresarial, para traer su visión a la realidad (Extensión y desarrollo social).
- < Plantear y fortalecer espacios co-curriculares que propendan por una formación integral de los estudiantes (Calidad académica).
- < Desarrollar habilidades de comunicación oral y escrita para divulgar las ideas de su ejercicio profesional, en el lenguaje apropiado según el público objetivo, en lengua materna y lengua extranjera (Calidad académica).

## CAPÍTULO 3. RETO FORMATIVO

### 3.1 PERSPECTIVAS FORMATIVAS DEL PROGRAMA

Los lineamientos de la iniciativa CDIO direccionan la construcción del currículo a partir de los propósitos de formación del Programa y la identificación de los valores que guían la definición de la misión y la visión del programa (E. F. Crawley, Malmqvist, Lucas, & Brodeur, 2011).

Un principio importante en el diseño del currículo es la alineación constructiva (Biggs and C, 2011), que establece una alta coherencia curricular para el Programa; esto implica que la misión, la visión, los objetivos y valores del programa son coherentes con los resultados de aprendizaje del estudiante (Ver Figura 1) y dirigen todos los procesos y escenarios de formación.

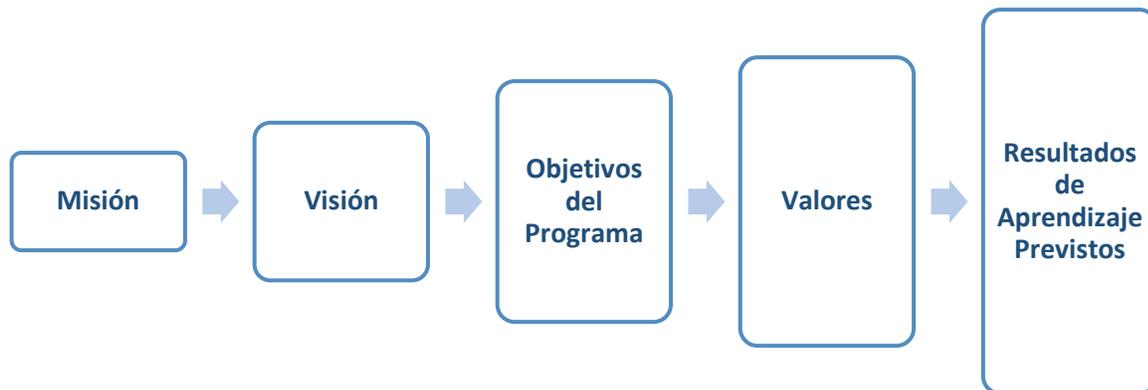


Figura 1. Alineación de los resultados de aprendizaje previstos por el programa académico con su misión

Como parte del principio de alineación constructiva, el diseño del plan de estudios no puede limitarse a la definición exclusiva de espacios académicos, sino que además debe considerar los demás elementos que intervienen en el entrenamiento de habilidades en el estudiante, como son las actividades de enseñanza/aprendizaje y la evaluación de los resultados de aprendizaje, los cuales deben mantener la coherencia para garantizar la alineación del currículo (Ver Figura 2).

Además del principio de alineación constructiva, es necesario considerar otros elementos que dirijan hacia un currículo coherente, pertinente y actualizado en el contexto de la formación de ingenieros. Entre estos elementos se destacan:

- < el cumplimiento de los estándares del CDIO
- < la contextualización de los estándares a la realidad del programa y la región
- < el diseño concertado y participativo de los espacios académicos
- < el acompañamiento de expertos nacionales e internacionales del consorcio CDIO
- < el uso de referentes que garanticen la relevancia y actualización académica del programa
- < la articulación académica y administrativa con la institución
- < la libertad de cátedra y autonomía docente
- < la evaluación y retroalimentación del currículo

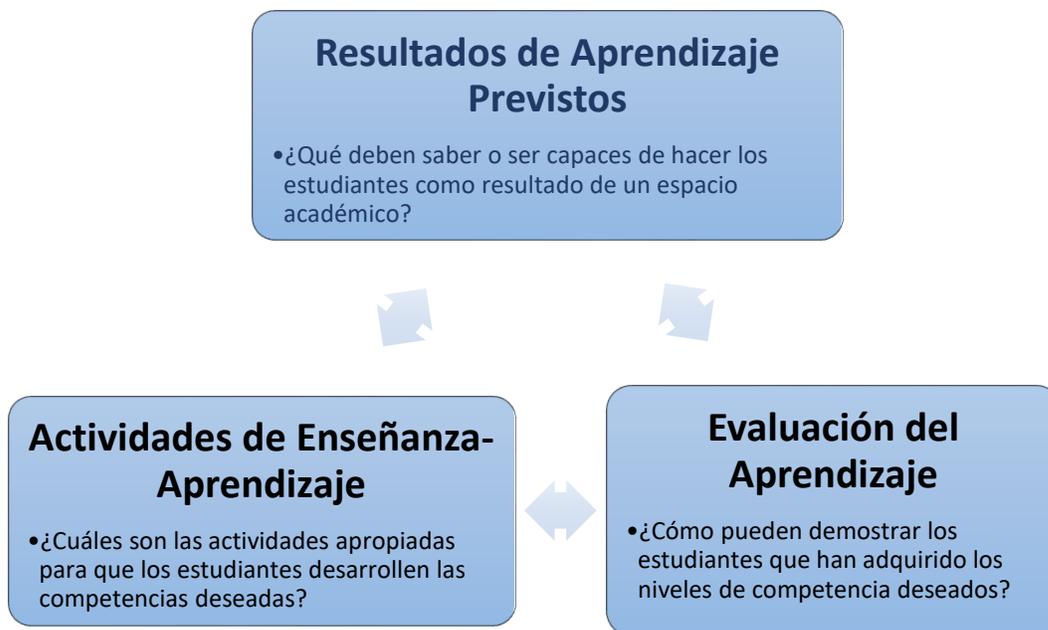


Figura 2. Alineación de los resultados de aprendizaje con la enseñanza y la evaluación

### 3.2 FORMACIÓN INTEGRAL

En particular, el programa reconoce y resalta el Estándar 1 de la iniciativa CDIO, según el cual: *“El ciclo vital del producto, proceso o sistema se considera el contexto adecuado para la formación en ingeniería dado que es parte del marco cultural o entorno en el que se enseñan, practican y aprenden el conocimiento técnico y otras habilidades”* (C.D.I.O, 2010).

Las destrezas que la iniciativa CDIO sugiere desarrollar en su enfoque implican la existencia de ambientes adecuados para la conformación de equipos de trabajo. Para ello, el programa debe facilitar espacios de trabajo o un contexto que permita el aprendizaje del conocimiento disciplinar y otras habilidades (E. Crawley, Malmqvist, Ostlund, & Brodeur, 2007).

En particular, los propósitos del CDIO se encuentran en el Syllabus (E. F. Crawley et al., 2011), el cual expresa cuatro componentes para la formación de los ingenieros:

- a) Habilidades disciplinares, que se enfocan en el conocimiento técnico
- b) habilidades personales y profesionales enfocadas al razonamiento en ingeniería, solución de problemas y aspectos actitudinales de los ingenieros
- c) habilidades interpersonales enfocadas al trabajo en equipo y habilidades comunicativas
- d) habilidades para concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en el entorno empresarial y contexto social.

Para lograr la formación integral, la iniciativa CDIO en su estándar 3 hace explícita la necesidad de contar con un Currículo Integrado (C.D.I.O, 2010), *“Un Currículo diseñado de manera que los cursos disciplinarios se apoyen unos en otros y en el que existe un plan explícito para integrar las habilidades personales e interpersonales y las habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas”*. De esta forma, el programa de Ingeniería Electrónica propone un diseño curricular bajo el enfoque de Currículo Integrado en cual se hacen explícitas para cada espacio académico, además de los contenidos disciplinares, las habilidades personales, interpersonales y profesionales a desarrollar en cada espacio académico (Anexo 1).

### 3.3 PERFILES

El proceso de formación de ingenieros del programa académico culmina con un profesional que debe poseer características académicas, profesionales y personales acordes con las expectativas de la sociedad. Por esta razón, el programa define los perfiles del ingeniero egresado a partir de un proceso de análisis, con participación de empleadores, docentes, estudiantes y egresados, de forma que este conjunto de características o requerimientos sirva de guía para el diseño del currículo, partiendo del resultado deseado y diseñando las estrategias de formación en una secuencia hacia atrás (Wiggins & McTighe, 2005).

Esta metodología de diseño del currículo implica partir del resultado esperado, definido por las habilidades del ser humano que egresa del programa, e ir planificando y diseñando espacios académicos hasta llegar al inicio de la formación, teniendo en cuenta las características de las personas que ingresan al programa.

#### 3.3.1 Perfil Profesional

Con base en el análisis y concertación de los diferentes actores mencionados, el programa expresa las intenciones de perfil de su egresado, como un profesional con conocimientos de:

- ◁ Diseño de circuitos electrónicos.
- ◁ Diseño en ingeniería basado en la satisfacción de requerimientos.
- ◁ Modelado y simulación de fenómenos físicos.
- ◁ Aplicaciones informáticas para la solución de problemas en electrónica.
- ◁ Concepción, diseño, implementación y operación de sistemas de telecomunicaciones, sistemas digitales, y sistemas de automatización y control.
- ◁ Emprenderismo, administración y evaluación de proyectos.

Así mismo, las competencias que caracterizan al graduado de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío son:

- ◁ Identificar y solucionar problemas.
- ◁ Diseñar sistemas electrónicos.
- ◁ Gestionar y formular proyectos con responsabilidad y ética.
- ◁ Aprender a lo largo de la vida autónomamente.
- ◁ Transformar su espacio de desempeño profesional en busca de un bien común.
- ◁ Innovar con capacidad prospectiva para visionar los cambios relacionados con su profesión.
- ◁ Analizar y adaptar la tecnología existente a las necesidades del contexto.
- ◁ Trabajar en equipo en ambientes interdisciplinarios y colaborativos.
- ◁ Trabajar en grupos y proyectos de investigación.

### 3.3.2 Perfil Ocupacional

El egresado del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío podrá desempeñarse como:

- ◁ Diseñador de circuitos electrónicos.
- ◁ Ingeniero de proyectos.
- ◁ Ingeniero de *networking* e infraestructura de comunicaciones.
- ◁ Ingeniero de redes de comunicaciones y tráfico.
- ◁ Ingeniero de automatización y control en la industria.
- ◁ Ingeniero de mantenimiento.
- ◁ Ingeniero de desarrollo de hardware y software para la solución de problemas del entorno.
- ◁ Generador de empresas de base tecnológica.

Así, el ingeniero electrónico de la Universidad del Quindío podrá asumir cargos como:

- ◁ Mandos operativos en el inicio de su ejercicio profesional o en ingeniería de ejecución.
- ◁ Mandos medios en alta gerencia y operatividad, contratista, supervisor y jefe de obra.
- ◁ Mandos altos como gerente y cargos que impliquen la toma de decisiones empresariales.

- ◁ Gestor de conocimiento y tecnologías.
- ◁ Consultor y asesor.

### 3.4 COMPETENCIAS (RESULTADOS DE APRENDIZAJE PREVISTOS-RAPS)

Como resultado central del diseño curricular, se presentan los resultados de aprendizaje esperados. Los cuales reflejan los conocimientos y habilidades disciplinares que poseerá el egresado del programa como producto del plan de estudios, las actividades de enseñanza/aprendizaje y la evaluación. En concordancia con la Política Académico Curricular (PAC) de la Universidad del Quindío, el concepto de RAP es análogo al concepto de competencia.

Los resultados de aprendizaje fueron definidos de tal forma que desarrollaran diferentes niveles de competencia, la cual se puede clasificar dentro de la taxonomía SOLO (Biggs and C, 2011). Esta clasificación permite identificar las conductas que evidencian el logro del resultado de aprendizaje y por ende una mejor evaluación, además permite que el programa, docentes y estudiantes, tengan una conciencia clara del nivel cognitivo alcanzado, además de fijar expectativas realistas pero ambiciosas del proceso de formación.

Los RAPs se clasifican, según la taxonomía SOLO, en declarativos [D] y funcionales [F].

#### 3.4.1 RAPs del Programa

- ◁ [F] Solucionar problemas reales de ingeniería a partir de un proceso de concepción, diseño e implementación de sistemas electrónicos.
- ◁ [D] Explicar el funcionamiento técnico y operativo de los desarrollos de ingeniería electrónica comunicándose efectivamente en el lenguaje apropiado según el público objetivo.
- ◁ [F] Actuar efectivamente y con criterio ético como un miembro de un equipo en situaciones de ingeniería encontradas en el ejercicio profesional.
- ◁ [F] Analizar lecturas en idioma español y en un idioma extranjero, sintetizando e interpretando dichas lecturas.
- ◁ [F] Construir textos con una redacción acertada y efectiva.
- ◁ [D] Identificar la responsabilidad social, ambiental y económica explicando el impacto de sus productos y servicios en el entorno.

### 3.4.2 RAPs del Área Ciencias Básicas

- ◁ [F] Aplicar los conceptos fundamentales de la física y la matemática en el análisis y procesamiento de tiempo continuo y discreto de señales y sistemas dinámicos.
- ◁ [F] Realizar el modelado y la simulación a partir de series temporales basadas en eventos aplicados al estudio de los sistemas.
- ◁ [D] Interpretar gráficas de resultados experimentales.

### 3.4.3 RAPs del Área Electrónica

- ◁ [D] Analizar circuitos eléctricos y electrónicos analógicos y digitales.
- ◁ [F] Diseñar circuitos electrónicos analógicos y digitales.
- ◁ [D] Analizar la respuesta en baja, media y alta frecuencia de circuitos eléctricos y electrónicos, empleando métodos analíticos y computacionales.
- ◁ [F] Diseñar e implementar circuitos electrónicos de baja y alta potencia para el acondicionamiento de señales y la instrumentación de procesos de acuerdo a unos requerimientos técnicos y a unas normas estipuladas.
- ◁ [F] Crear algoritmos basados tanto en programación estructurada como en programación orientada a objetos que den solución a problemas de ingeniería electrónica.

### 3.4.4 RAPs del Área Diseño-Implementación

- ◁ [D] Explicar la noción de diseño en Ingeniería como un proceso racional y analizar la noción de artefacto técnico como producto del proceso.
- ◁ [F] Aplicar métodos formales a la solución de un problema de diseño en ingeniería de nivel básico o avanzado.
- ◁ [F] Solucionar un problema de diseño en ingeniería propuesto de nivel básico o avanzado mediante las dinámicas propias del trabajo colaborativo y de equipo.
- ◁ [F] Construir prototipos funcionales como solución de problemas propuestos de nivel básico y avanzado.
- ◁ [F] Documentar la información de diseño obtenida a lo largo del proceso de solución del problema de diseño en ingeniería.

### 3.4.5 RAPs del Área Administrativa

- ◁ [F] Construir decisiones estratégicas por medio de liderazgo, emprendimiento y prospectiva en su entorno laboral y personal.
- ◁ [D] Clasificar la tecnología como una función dependiente de los recursos, tiempos y costos en su entorno profesional.
- ◁ [F] Formular y evaluar proyectos, planes y programas de inversión en forma eficiente y productiva en su entorno profesional.

### 3.4.6 RAPs del Área Sistemas Digitales

- ◁ [F] Solucionar problemas en los ámbitos industrial y social empleando sistemas embebidos basados en micro-controladores, DSPs, CPLDs, o FPGAs.
- ◁ [F] Construir sistemas digitales en tiempo real que procesen señales de voz, audio, imágenes, video, y biomédicas entre otras.
- ◁ [F] Introducir cambios en arquitecturas digitales existentes que permitan innovar o generar nuevos productos partiendo del análisis de dichas arquitecturas.

### 3.4.7 RAPs del Área Control y Automatización

- ◁ [F] Diseñar estrategias de control y/o automatización para una planta o proceso, tanto lineales como no lineales, adecuadas a los requerimientos del cliente.
- ◁ [D] Analizar información real y/o hipotética para la formulación de los niveles requeridos de automatización y/o control.
- ◁ [F] Acondicionar la instrumentación y las herramientas hardware-software necesarias para la implementación en tiempo real de la estrategia de control.
- ◁ [F] Modelar sistemas complejos a través de la aplicación de leyes físicas y/o identificación mediante el uso de datos medidos o utilizando inteligencia artificial.

### 3.4.8 RAPs del Área Telecomunicaciones

- ◁ [D] Analizar redes y sistemas de radiocomunicaciones móviles, inalámbricos y de datos.
- ◁ [F] Diseñar redes y sistemas de radiocomunicaciones móviles, inalámbricos y de datos, enfocados a la comunicación de información en escenarios de hogar, oficina, empresas y prestadores de servicios de comunicaciones.
- ◁ [D] Analizar el impacto de las diferentes tecnologías en el desempeño de los sistemas de radiocomunicaciones y networking.
- ◁ [F] Administrar sistemas de radiocomunicaciones y networking de diferentes tecnologías, permitiendo que dichos sistemas satisfagan las necesidades presentes y futuras de los usuarios.

## 3.5 CRITERIOS FORMATIVOS

### 3.5.1 La excelencia del Programa de formación en cuanto a principios curriculares

#### a. Flexibilidad

En el Programa de Ingeniería Electrónica la **flexibilidad curricular** está reflejada en cuatro aspectos: Líneas de Profundización y electivas profesionales, Semilleros de Investigación, Proyectos CDIO y Trabajos de Grado,

**Líneas de profundización y electivas profesionales.** En el Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío existen tres líneas de profundización: Sistemas digitales, Telecomunicaciones y Automatización y control, las cuales cuentan con un grupo de investigación: GDSPROC, GITUQ y GAMA, respectivamente. Además existe un grupo de investigación en energías alternativas y renovables (ELECTRAE) que soporta la formación en el área de electrónica. Es muy importante que las líneas de profundización tengan el soporte de estos grupos, ya que se pueden aprovechar los proyectos de investigación, semilleros o trabajos de grado para tener un currículo integrado que le brinde al estudiante diferentes opciones para construir conocimiento.

El plan de estudios debe contar con un núcleo de profundización que esté compuesto por dos tipos de espacios académicos: los espacios académicos de profundización y las electivas profesionales. Un estudiante debe escoger una línea de profundización y dependiendo de ésta, los espacios académicos de profundización corresponden a un listado predefinido. Por otra parte, los espacios académicos de electivas profesionales son de libre elección del estudiante a partir de una oferta semestral. Para facilitar la flexibilidad curricular, un estudiante puede tomar cursos de profundización de una línea, diferente a la elegida, como electivas profesionales.

**Semilleros de investigación.** Los semilleros de investigación son actividades co-curriculares soportadas por las líneas investigación de cada una de las profundizaciones del programa. En estos espacios se dictan temas especializados y se forma a los estudiantes en investigación para apoyar diferentes proyectos que se planteen desde las líneas de profundización. La flexibilidad del currículo permite que los estudiantes puedan realizar actividades académicas alternativas como los semilleros para tener una formación integral, siguiendo así los lineamientos institucionales de la Vicerrectoría de Investigaciones.

**Proyectos CDIO.** Con el fin de promover la formación de ingenieros bajo el enfoque CDIO, el currículo debe contar con experiencias de diseño-implementación (Estándar 5) y experiencias de aprendizaje integrado (Estándar 7 CDIO). En estas experiencias el estudiante tiene la opción de elegir el proyecto a desarrollar, el cual se desarrolla en un ambiente semi-escolarizado mediado con discusiones con expertos y apoyado con capacitaciones específicas en el tema del proyecto.

**Trabajos de grado.** Existen tres modalidades para el trabajo de grado: Proyecto de Aplicación, Pasantía y Asistencia a la Investigación. Desde octavo semestre el estudiante deberá plantear un problema, proponer una solución, implementarla y obtener resultados del proceso. Dependiendo de la modalidad, el problema a

desarrollar estará ligado a una problemática social, empresarial o estar enmarcado en un proyecto de investigación.

**b. Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad**

El desarrollo de los proyectos CDIO que se encuentran a lo largo del currículo requiere de la interlocución continua con actores externos al ámbito académico de los ingenieros electrónicos, requiriendo para ello el contacto continuo con expertos de otras áreas del conocimiento. Dado a que este diálogo requiere de una formación en conceptos y destrezas básicas de áreas diferentes a la ingeniería electrónica, los proyectos CDIO se constituyen en una opción clara de fomentar la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en el currículo.

**c. Transversalidad**

La formación de los ingenieros bajo el enfoque CDIO implica el desarrollo de habilidades y destrezas personales, interpersonales y profesionales a lo largo del todo el plan de estudios. La formación de estas habilidades, explícitas en el Syllabus CDIO (Estándar 2 CDIO), se hace evidente en un currículo integrado (Estándar 3 CDIO); por lo que los docentes, a través de sus actividades de enseñanza-aprendizaje y evaluación, deben propender por el desarrollo de las mismas. La transversalidad de estas habilidades se indica en el Anexo 1.

**d. Desarrollo de procesos en ambientes virtuales**

La implementación del CDIO implica la aceptación del Aprendizaje Activo como eje fundamental de la formación de los ingenieros (Estándar 8 CDIO). Por esta razón, el Programa de Ingeniería Electrónica propenderá por la cualificación docente para favorecer la implementación de estrategias de *blended-learning* en ciertos espacios académicos.

### **3.5.2 La calidad institucional**

**a. Calidad de los docentes**

El Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío cuenta a 2016 con trece (13) docentes de carrera de tiempo completo, nueve (9) docentes ocasionales de tiempo completo, y trece (13) docentes catedráticos. De los docentes de carrera se cuenta con cuatro (4) con formación doctoral, mínimo uno por cada línea de profundización. Se cuenta también con catorce (14) docentes con formación de maestría, de los cuales nueve (9) se encuentran adelantando estudios doctorales. De los docentes con formación de pregrado o especialización (14 en total), nueve (9)

se encuentran culminando sus estudios de maestría. Lo anterior demuestra el alto nivel académico del cuerpo docente y su compromiso por mantenerse actualizado.

#### **b. La autoevaluación**

La evaluación del programa (Estándar 12) es un juicio de valor sobre el programa en general, basado en las evidencias de los avances que se hayan realizado en el recorrido hacia la consecución de los objetivos del programa. Un programa CDIO debe ser evaluado con relación a estos 12 Estándares CDIO, cada uno de los cuales tiene definida una rúbrica para su seguimiento. Las evidencias para la valoración del programa se pueden reunir a partir de evaluaciones de los cursos, reflexiones de los profesores, entrevistas a alumnos de nuevo ingreso y a alumnos de último año, informes de evaluadores externos y estudios de seguimiento con la participación de egresados y empleadores. Estas evidencias pueden ser compartidas con los académicos, los estudiantes, los administradores del programa, los graduados y otros actores involucrados. Esta realimentación constituye la base sobre la que tomar decisiones acerca del programa y sobre la que fundar los planes de mejora continua.

Una de las funciones clave de la evaluación del programa es determinar la efectividad y la eficiencia del programa en su consecución de los objetivos deseados. Las evidencias reunidas durante el proceso de evaluación del programa sirven también de base para un programa continuo de mejora. Por ejemplo, si en una entrevista a estudiantes de último año la mayoría de los estudiantes manifiestan que no fueron capaces de alcanzar algunos resultados de aprendizaje específicos, se podría poner en marcha un plan para identificar la raíz del problema e implementar los cambios necesarios para solucionarlo. Y, por otra parte, se debe tener en cuenta que muchos evaluadores externos y organismos de acreditación exigen una evaluación del programa que sea regular y consistente.

#### **c. Fortalecimiento de las condiciones académicas**

El programa de Ingeniería Electrónica se encuentra implementando acciones del plan de mejoramiento de su infraestructura y equipamiento, con el fin de adecuarse a lo propuesto por el consorcio CDIO y a las demandas de calidad pertinentes a un ingeniero profesional capaz de dar respuesta a problemas complejos en el mundo de la industria y el desarrollo sustentable.

Actualmente se cuenta con talento humano calificado para cada una de los momentos de formación en las diferentes áreas y núcleos, así como laboratorios y entornos habilitados para la interacción pedagógica basada en estrategias de aprendizaje activo y experiencial.

En la carta de presentación del Programa de Ingeniería Electrónica ante el consorcio CDIO, el rector de la Universidad del Quindío expresó: *Entre los tres programas de ingeniería, el programa de Ingeniería Electrónica ha sido quien más ha avanzado está en el proceso de implementación, convirtiéndose en nuestro programa piloto, esperando que a partir de su experiencia se beneficien todos los programas de ingeniería de nuestra institución y sean a futuro programas CDIO”*. Este compromiso de esfuerzos institucionales para continuar con la implementación de esta iniciativa hacia un nuevo enfoque curricular.

De esta forma, para garantizar la implementación eficiente del enfoque CDIO se hace necesario darle continuidad a la inversión en movilidad docente para asistir a congresos, seminarios, capacitaciones y visitas técnicas. Estos aspectos son esenciales para el entrenamiento de destrezas personales, interpersonales y CDIO del equipo docente. Igualmente, para contar con espacios de trabajo acordes a los estándares del CDIO se hace necesario continuar con la inversión en recursos didácticos que apoyan las técnicas de aprendizaje activo.

#### **d. Programación académica**

El programa de ingeniería electrónica ha establecido claramente en su Misión tres líneas de profundización, que junto al área de formación en electrónica, se constituyen en los cuatro pilares fundamentales del programa. Por lo tanto, la programación académica debe obedecer a una articulación entre los recursos físicos y el talento humano calificado para cada una de estos pilares. Desde hace algunos años se ha venido trabajando con un modelo de administración en el que las áreas de profundización definen la oferta de electivas y sugieren los docentes para cada uno de los espacios académicos.

#### **e. Internacionalización**

En materia de internacionalización, el programa de Ingeniería Electrónica ha mantenido una dinámica creciente de participación en contextos internacionales a través de movilidad estudiantil y profesoral, representada en intercambios académicos, estudios de maestría y doctorado, aprovechando las políticas institucionales fortalecidas con la nueva Vicerrectoría de Extensión y la Unidad de Relaciones Internacionales e Interinstitucionales. En la actualidad existen convenios y alianzas para la doble titulación con universidades de América y Europa, así como contactos con universidades e institutos como la UNAM, *Georgia Institute of Technology*, el INAOE de México, *Universidade de Sao Paulo*, Brasil, entre otras.

Adicionalmente, la iniciativa CDIO, al ser un referente internacional, hacen que el currículo del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío sea no solo moderno sino pionero en la región en la internacionalización del currículo.

### **3.5.3 Eficiente gestión curricular**

El programa de Ingeniería Electrónica cuenta con un plan de administración y gestión curricular aprobado por el Consejo Curricular según Acta No. 02 del 5 de Febrero de 2013 y actualizado el 16 de marzo 16 de 2016, según Acta No. 4 de 2016, en el que se presenta una distribución de funciones, encargadas en comités, como muestra la Figura 3.

En esta estructura administrativa se resaltan entre otros: a) los grupos de investigación, al estar directamente ligados a las líneas de profundización del programa, tienen un papel importante en la toma de decisiones curriculares y administrativas del programa; b) algunos miembros del comité de autoevaluación tienen roles bien diferenciados, por ejemplo, el asesor de la relación con el graduado, y el asesor de comunicaciones y proyecto cultural; c) se destaca la participación de las asociaciones estudiantiles AFE y la rama estudiantil IEEE; y d) se le asigna al claustro docente un papel operativo fundamental en la toma de decisiones académico-administrativas del programa, y como elemento fundamental para la evaluación y planeación curricular.

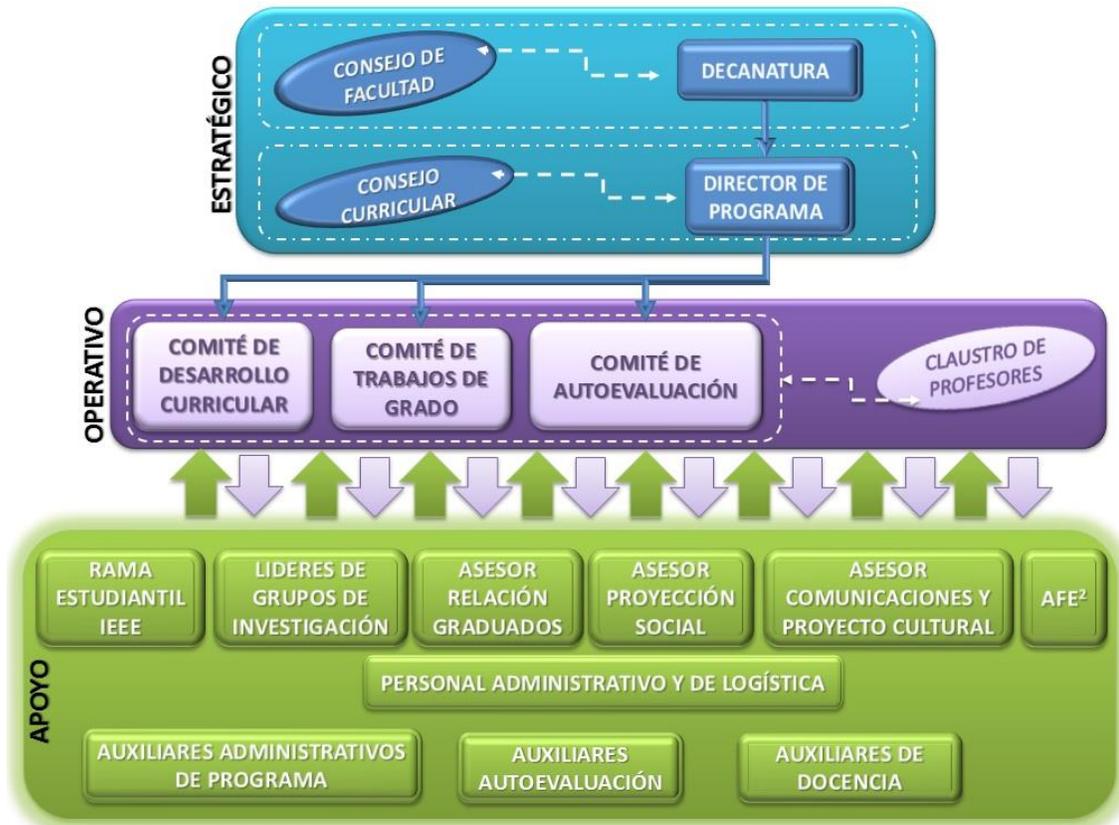


Figura 3. Estructura Administrativa del Programa

## CAPÍTULO 4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y PEDAGÓGICA DEL PROGRAMA

### 4.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La educación en ingeniería y las demandas del mundo real sobre los ingenieros se han separado en los últimos años. Al convencerse de que esta creciente brecha debe ser zanjada, las principales escuelas de ingeniería de Estados Unidos, Europa, Canadá, Reino Unido, África, Asia y Oceanía formaron la Iniciativa CDIO: Una colaboración a nivel mundial para concebir y desarrollar una nueva visión de la enseñanza de la ingeniería (CDIO.org, 2015a).

CDIO se basa en la premisa comúnmente aceptada de que los graduados de ingeniería deberían ser capaces de: Concebir – Diseñar – Implementar – Operar sistemas complejos de ingeniería con valor agregado en un ambiente moderno y basado en el trabajo en equipos para crear sistemas y productos.

La iniciativa CDIO ofrece entonces un modelo educativo que enfatiza los fundamentos de la ingeniería, en el contexto de la Concepción – Diseño – Implementación – Operación de procesos. A continuación se describen las implicaciones del desarrollo de estas destrezas, según (CDIO.org, 2015a):

- ◁ **Concepción:** Esta destreza está íntimamente vinculada con la relación que sostiene el profesional de la ingeniería con el entorno social, empresarial, tecnológico, económico y natural. Para este aspecto CDIO se deben definir claramente las necesidades del cliente, teniendo en cuenta estrategias empresariales, recursos tecnológicos y regulaciones. Construida esta destreza el ingeniero en formación y/o en ejercicio, podrá desarrollar el plan conceptual, el plan técnico y el plan de negocio para cada uno de sus proyectos.
- ◁ **Diseño:** Constituye una destreza esencial en la formación de ingenieros y es el eje de su ejercicio profesional. Se encuentra conectada con la habilidad para concebir, como producto del análisis del entorno en sus diferentes dimensiones, y se funda en la aplicación del método de diseño, orientado a definir y procesar racionalmente, los criterios, condiciones y restricciones, que deben caracterizar las soluciones a los problemas de la industria y las comunidades en las que puede ejercer su influencia. Se complementa, según el documento “Estándar de representaciones y algoritmos que describen lo que será después implementado.
- ◁ **Implementación:** Según el texto citado, esta destreza consiste en un diseño en el producto, proceso o sistema (prototipo), incluyendo su manufactura,

codificación, testeo y validación”. Con el metodológico de diseño en el mundo real.

- ◁ **Operación:** Se centra en la validación del producto, proceso o sistema diseñado e implementado, en relación con el ciclo de vida, con respecto a la satisfacción de los requerimientos de clientes y usuarios. Involucra acciones de mantenimiento, perfeccionamiento y retiro final.

Así mismo, la iniciativa CDIO es rica en proyectos estudiantiles complementados por prácticas industriales y posee experiencias de aprendizaje activo grupal tanto en clases como en talleres modernos de aprendizaje y laboratorios, además de valoración y rigurosos procesos de evaluación. Sus objetivos son:

- ◁ Educar a los estudiantes para el dominio profundo y aplicado de los fundamentos técnicos.
- ◁ Educar a los ingenieros para liderar en la creación y operación de nuevos productos y sistemas.
- ◁ Educar futuros investigadores para comprender la importancia y valor estratégico de su trabajo.

La iniciativa CDIO fue diseñada específicamente como un modelo que puede ser adaptado y adoptado por cualquier escuela universitaria de ingeniería. Dado que CDIO es un modelo de arquitectura abierta, está disponible para ser adaptado a las necesidades específicas de todos los programas de ingeniería universitarios. Las universidades desarrollan regularmente material y metodologías para compartir con otros.

CDIO posee canales abiertos y accesibles para la distribución los materiales del programa y para la difusión e intercambio de recursos. Los colaboradores de CDIO han construido un equipo de desarrollo único con profesionales en diseño curricular, enseñanza y aprendizaje, diseño y construcción, y comunicación. Estos profesionales están ayudando a otros a explorar la posibilidad de adoptar CDIO en sus instituciones (CDIO Chile, 2015).

## 4.2 FUNDAMENTACIÓN PEDAGÓGICA

Con el fin de materializar, a través de los diferentes espacios académicos y entornos de aprendizaje la nueva perspectiva de un currículo integrado para el programa de Ingeniería Electrónica, es necesario comprender que nos encontramos ante la necesidad de fortalecer paradigmas que propongan escenarios e interacciones mucho más robustos e interactivos a los de la formación tradicional de ingenieros.

Dados los cambios sociales que se experimentan en la contemporaneidad, la formación de ingenieros ha tenido que adaptarse a las exigencias profesionales de entornos dinámicos y complejos, que se caracterizan por imponer retos como el desarrollo sustentable frente al cambio climático, la innovación tecnológica y social, la virtualización, la paz, la conexión de lo local con lo global, entre otras circunstancias, demandando ingenieros capaces de concebir, diseñar, operar e implementar productos, sistemas y procesos, que garanticen su viabilidad ética, económica y ambiental.

En este orden de ideas se hace prioritario contar con profesores, no solamente familiarizados con la ciencia básica y los contenidos disciplinares propios de la ingeniería, sino preparados para enfrentar y conducir a otros a solucionar problemas que se caracterizan por involucrar diversas dimensiones de la realidad.

Para fortuna de la reforma curricular del programa de Ingeniería Electrónica, el modelo CDIO está conectado con el Proyecto Educativo Uniquindiano y la Política Académico Curricular 2016-2025, en tanto tienen en común el propósito de aplicar y optimizar estrategias de aprendizaje activo, basadas en experiencias reales de ingeniería desde las primeras fases de la formación hasta su graduación.

Los profesores-ingenieros pueden ser muy fuertes en sus campos y disciplinas, pero generalmente carecen de la formación y experiencia pedagógica que les lleve a resultados coherentes con la realidad de su profesión (Industria, comunidades y otros actores y sectores) al cumplir con los procesos de enseñanza/aprendizaje; algunos enseñan tal como se les enseñó y no son plenamente conscientes de estrategias como el aprendizaje activo, entre otras.

Una forma de direccionamiento del reto es utilizar recursos enlazados en el kit de implementación CDIO, que permiten acceder a información y tutoriales que ponen de manifiesto cómo implementar, por ejemplo, el aprendizaje activo en los diferentes espacios académicos de un programa de ingeniería. Los estándares, 7 (Experiencias de aprendizajes integradas), 8 (Aprendizaje activo) y 10 (Ampliación de las competencias de enseñanza de los profesores), plantean una estrategia metodológica integrada para el fortalecimiento de estos procesos de enseñanza/aprendizaje.

Como se ha dicho, el CDIO y por ende el programa de Ingeniería Electrónica, sustentan metodológicamente su diseño curricular en técnicas de aprendizaje activo (Estándar 8), por ser estas las más coherentes con el ejercicio de la ingeniería que demandan las condiciones enunciadas al comienzo de este capítulo.

Cabe resaltar que los métodos de aprendizaje activo involucran a los estudiantes directamente en actividades de reflexión y de resolución de problemas en contexto. En este modelo de aprendizaje, centrado en quien aprende, se otorga menos relevancia a la transmisión pasiva de

información y más a la participación de los alumnos en la manipulación, aplicación, análisis y evaluación de ideas en contexto.

#### **4.2.1 Aprendizaje activo en el contexto CDIO**

Existen diferentes estrategias para el aprendizaje activo, tales como el desarrollo de seminarios, foros, preguntas al inicio de clase, discusiones en parejas (*Think-Pair-Share*), escucha enfocada, lluvia de ideas, comparación de notas, resúmenes y preguntas finales, discusiones en equipos de trabajo, concursos, experiencias de campo, encuentros regulares con innovadores, emprendedores, actores de la industria y el estado, enmarcados en debates socio-ambientales, diseño de prototipos y otros espacios en los que sean comunes las preguntas que apuntan a conceptos importantes y a la realimentación por parte de los estudiantes acerca de lo que están aprendiendo.

El aprendizaje activo se considera experiencial cuando los estudiantes asumen roles que simulan la práctica profesional de la ingeniería, por ejemplo, en proyectos de diseño-implementación, simulaciones o estudios de casos.

Los ingenieros en formación, al estar involucrados en la reflexión sobre ciertos conceptos, particularmente sobre nuevas ideas y problemas, al verse obligados a dar respuestas abiertas, no sólo aprenden más sino que además reconocen por sí mismos qué aprenden y cómo lo aprenden.

Este proceso ayuda a incrementar la motivación para alcanzar los resultados de aprendizaje y para que estos sean continuos a lo largo de su vida. Cabe destacar que con los métodos de aprendizaje activo los profesores pueden ayudar a los futuros graduados a establecer conexiones entre saberes propios de la ingeniería y su aplicación en escenarios problemáticos reales.

Las estrategias metodológicas se alimentan paralelamente con el estándar 10 (Ampliación de las competencias de enseñanza de los profesores), el cual implica un trabajo continuo en el mejoramiento metodológico y didáctico del cuerpo docente. En este sentido, el consorcio CDIO aporta significativamente al ser un escenario de intercambio mundial de experiencias y transferencia de conocimiento en los temas relacionados con la formación en ingeniería.

#### **4.2.2 Infraestructura**

Los espacios de trabajo propios de la ingeniería (Estándar 6 CDIO), talleres y laboratorios, apoyan y estimulan el aprendizaje práctico para la construcción de productos, procesos y sistemas, soportados en conocimiento disciplinario y aprendizaje social.

Los espacios de trabajo sugeridos por este estándar comprenden entornos como auditorios, salas de conferencia, asesoría y seminario, entornos para diseño, pero también talleres de ingeniería y laboratorios, dotados con tecnologías como Lego Mindstorm, plataformas de prototipado rápido, entre otras. Estos últimos apoyan el aprendizaje en habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas, potenciando el aprendizaje de los conocimientos disciplinares.

En estos espacios se hace hincapié en un aprendizaje práctico en el que los estudiantes se involucran directamente en el proceso de construcción de sus propios resultados, facilitando instancias de intercambio social, esto es, escenarios en los que los estudiantes pueden aprender unos de otros e interactuar con diversos grupos. La creación de nuevos espacios de trabajo, o la remodelación de laboratorios ya existentes, dependerá del tamaño del programa y los recursos de la institución.

Con los entornos de aprendizaje basados en el modelo CDIO, los ingenieros en formación cuentan con herramientas de ingeniería, software y con laboratorios modernos, que les permiten desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes en las que se basan las competencias de construcción de productos, procesos y sistemas. Estas competencias se despliegan de manera óptima en entornos que estén centrados en el estudiante, fáciles de utilizar, accesibles e interactivos.

### **4.2.3 Criterios y tipos de evaluación**

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes (Estándar 11 CDIO) es la medición del grado que cada alumno alcanza en los resultados de aprendizaje específicos. Generalmente, los profesores realizan esta evaluación en el marco de sus respectivos cursos. La evaluación efectiva del aprendizaje utiliza una variedad de métodos que se corresponden de manera adecuada con los resultados de aprendizaje que apuntan al conocimiento disciplinario y también a las habilidades personales, interpersonales y de construcción de productos, procesos y sistemas, tal como se describen en el Estándar 2 del CDIO. Entre estos métodos se encuentran: pruebas orales y escritas, observaciones del desempeño del estudiante, escalas de calificación o puntuación, reflexiones de los estudiantes, diarios o bitácoras, portafolios, evaluación entre pares y auto-evaluación.

Al valorar las habilidades personales e interpersonales y las habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas, e incorporarlas al currículo y a las experiencias de aprendizaje, es necesario contar con procesos de evaluación efectivos para medirlas. Tener categorías diferentes de resultados de aprendizaje requiere tener también métodos de evaluación diferentes. Por ejemplo, los resultados de aprendizaje relacionados con el conocimiento disciplinario pueden ser evaluados mediante pruebas orales o escritas, mientras que

aquellos relacionados con las habilidades de diseño-implementación se pueden medir de una mejor manera mediante observaciones registradas del desempeño de los estudiantes.

El uso de métodos de evaluación variados se adapta a una gama más amplia de estilos de aprendizaje y, además, aumenta la confiabilidad y la validez de los datos de la evaluación. Como resultado de lo anterior, se podrá determinar el logro que los estudiantes han alcanzado en cada resultado de aprendizaje con una mayor confianza y seguridad.

Los métodos de evaluación en el programa utilizan además de técnicas tradicionales de evaluación acumulativa, evaluación formativa y valoración cualitativa con el uso de rúbricas de evaluación que permiten la valoración de componentes disciplinares, personales e interpersonales indicando el grado de desarrollo alcanzado, el cual puede estar enmarcado en algún tipo de taxonomía como la SOLO o Bloom.

### 4.3 ARTICULACIÓN E INTEGRACIÓN CURRICULAR

La Política Académico Curricular (PAC) de la Universidad del Quindío, según el Acuerdo del Consejo Superior N°029 de julio de 2016, es la hoja de ruta que guía los destinos de todas las acciones y transformaciones curriculares de la institución. Constituye una base epistemológica, social, ética y pedagógica de carácter estratégico que pone a tono estas decisiones con la filosofía de una universidad pertinente, creativa, integradora.

Por esta razón, para el desarrollo de la reforma curricular en el programa Ingeniería electrónica se requiere practicar una doble articulación, con base en el contexto institucional y en cuanto a la adopción y adecuación del modelo CDIO a la formación del ingeniero electrónico Uniquindiano.

Según el documento oficial, *Busca fundamentar desde la acción y la reflexión, un escenario de acuerdos pedagógicos, curriculares, didácticos y evaluativos comunes, que permita a los agentes educativos, las facultades, los programas y otras dependencias universitarias movilizar creaciones educativas pertinentes e innovadoras (CDIO), según sus particularidades disciplinares y de construcción de conocimiento* .

Con base en lo anterior, se hace necesario *contenidos curriculares y el logro de las metas para la obtención del correspondiente título* , así como los contenidos con los Resultados de Aprendizaje (RAPs-CDIO). En este mismo sentido, es preciso poner en *relación el currículo con las necesidades del país y el desarrollo cultural y científico de la Nación* para *lograr una adecuada formación en investigación y de los elementos esenciales para desarrollar una actitud crítica* , que permitan *encontrar* para Colombia.

Se requiere una *relación efectiva con el “sector externo, que proyecte a la universidad con la sociedad”*, en el marco de *el profesor actúa como guía y orientador mientras el estudiante es autónomo y participante”*. Según la *EAPAC*, *el currículo puede ser considerado como el corazón del proyecto Educativo Institucional. A partir de este se estructura, organiza y construye la propuesta de formación que se quiera establecer en un periodo histórico determinado”*

La meta conjunta en el *Modernización pedagógica y curricular*, *na l es acorde con las demandas sociales, históricas, culturales, políticas, económicas y filosóficas”* del entorno.

Otro concepto, que es necesario considerar en este punto de la reforma curricular, es el de la articulación e *integración vertical, longitudinal e interna*, lo cual quiere decir *del currículo como un todo, (...)* los diferentes *cada uno y en conjunto, a la, ceos s i ingeniero i d e d e electrónico graduado, antes mencionado.*

Lo anterior está estrechamente ligado, en el nivel del programa, con el estándar 3 de CDIO (C.D.I.O, 2010) que se refiere al *Currículo Integrado* y en el que se recomienda la construcción *d e Un “currículo diseñado de manera que los cursos disciplinarios se apoyen unos en otros y en el que existe un plan explícito para integrar las habilidades personales e interpersonales y las habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas”*

En cuanto al enfoque pedagógico de la PAC de la Universidad del Quindío, éste es de carácter Integrador-sociocognitivo-experiencial, expresado en el documento como un modelo que *“asume el reto de asociar saberes que sean consistentes desde la teoría científica, los saberes construidos por las comunidades y la experiencia vital de los sujetos que transitan y se relacionan con los escenarios universitarios”* .

El estándar 8 de CDIO es también claro al afirmar, como lo hace la PAC, que los procesos de aprendizaje se basan en métodos activos y experienciales, no en paradigmas instrucionistas basados solo en contenidos.

En cuanto a las competencias que debe construir el profesional unquindiano, el documento PAC señala que éstas tienen que ver con:

- < Aprender a aprender y a pensar
- < Aprender a cooperar
- < Aprender a comunicar
- < Aprender a empatizar
- < Aprender a ser crítico
- < Aprender a automotivarse

Lo cual es concomitante con el estándar 2 de C D I O , e n e l q u e *Resultados de aprendizaje específicos y detallados, referidos a habilidades personales e interpersonales y a habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas, así como al conocimiento de la disciplina”* .

### 4.3.1 Componente de Formación General

En cuanto a la pertinencia y necesidad de la implementación de las llamadas *Actividades académicas generales*, que deben armonizarse bajo el criterio C D I O , l a P A C *Universidad del Quindío, en su Proyecto Educativo Uniquindiano (PEU), hace explícita una política académica que potencia y motiva en los estudiantes valores, actitudes, competencias y capacidades para la investigación y la crítica, el diálogo y la participación, el ejercicio estético y la creatividad, el sentido de pertenencia y la responsabilidad social, el respeto por la diversidad y el pluralismo”* .

Este componente de formación general consta de cuatro (4) espacios académicos, distribuidos como indica la Tabla 2. En cuanto a la *cátedra multidisciplinar*, la PAC la define sin asignación de créditos, aunque es condición para la graduación.

Los temas que sugiere la PAC y que servirán de referente para la programación y ejecución de las actividades de la Cátedra Multidisciplinar son:

- < Crisis globales
- < Crisis del agua
- < Crisis energética
- < Amenazas globales
- < Cambio climático
- < Oportunidades locales en ciencia, ingeniería e innovación
- < Sismicidad y erupciones volcánicas.
- < Corrupción
- < Inseguridad

Es importante indicar que desde la Facultad de Ingeniería, esta cátedra multidisciplinar estará soportada por el proyecto cultural, por lo que a estas temáticas se sumarán aquellas sugeridas desde el programa de Ingeniería Electrónica que pongan en relación la disciplina con su construcción e impacto socio-ambiental. Entre ellas se pueden citar la ontología del diseño y el análisis social de tecnologías. Los objetivos del proyecto cultural partirán en consecuencia del reconocimiento del entorno, las nuevas condiciones y relaciones sociales en un mundo globalizado, económica, tecnológica y culturalmente.

La participación en la cátedra, que deberá garantizar la relación de sus contenidos y propuestas temáticas con la ingeniería, se medirá por medio de un sistema de puntos registrados por cada estudiante durante la carrera.

Tabla 2. Actividades Académicas Generales

<b>Componente de Formación General</b>	
<b>Actividades Académicas Generales (AAG)</b>	<b>Créditos</b>
Uniquindianidad	2
Inglés I	2
Inglés II	2
Cátedra Multidisciplinar	0
<b>Total</b>	<b>6</b>

#### 4.3.2 Componente de Formación Personal

De conformidad con los estándares 3 y 7 de CDIO, se plantean los espacios académicos relacionados en la Tabla 3 para promover el desarrollo humano y social desde actividades que estimulen el crecimiento de habilidades personales e interpersonales. Estos espacios académicos son de carácter institucional, y según la PAC, a 2016 están constituidos por los siguientes espacios académicos, cuya oferta es definida por el Consejo Académico: TIC, Actividad física para la salud, Educación financiera, Emprenderismo, Hábitos y estilos de vida saludable, Gestión del riesgo de desastres.

Tabla 3. Actividades Académicas de Formación Personal

<b>Componente de Formación Personal</b>	
<b>Actividades Académicas de Formación Personal (AAFP)</b>	<b>Créditos</b>
Formación Personal I	2
Formación Personal II	2
Formación Personal III	2
<b>Total</b>	<b>6</b>

#### 4.3.3 Componente de Formación de Facultad

La fundamentación científica y los saberes de la disciplina son esenciales en el proceso de formación del ingeniero electrónico, de tal manera que el sílabo de CDIO (E. F. Crawley et al.,

2011) lo reserva para su definición local. Sin embargo, dentro del campo de la ingeniería hay destrezas en común independientemente de la rama específica que se esté abordando. Por esta razón, la PAC sugiere unas actividades académicas que hace parte de un núcleo común de la Facultad de Ingeniería, como lo muestra la Tabla 4.

Tabla 4. Actividades Académicas de Formación de Facultad

Componente de Formación de Facultad	
Actividades Académicas de Formación de Facultad (AAFF)	Créditos
Matemáticas Generales	2
Lectura y Escritura en Ingeniería	2
Ética Profesional	2
Seminario de Ingeniería	2
Administración	2
<b>Total</b>	<b>10</b>

#### 4.3.4 Componente de Formación Profesional

Cabe recordar que la nueva propuesta curricular para Ingeniería electrónica privilegia en términos epistemológicos, pedagógicos y didácticos, las experiencias de aprendizaje activo que conduzcan a la construcción de habilidades personales e interpersonales para la concepción, diseño, implementación y operación de productos, procesos y sistemas, entrelazadas con el aprendizaje de los conocimientos de la disciplina y su aplicación en la ingeniería profesional.

La integración curricular hace referencia a las conexiones explícitas e implícitas entre los contenidos disciplinares y los resultados de aprendizaje (Ver Figura 2). En este sentido la reforma incluye un plan que muestra de qué manera se integran las habilidades y las interacciones multidisciplinares (Anexo 1). Este plan establece la correspondencia y la coherencia que deben guardar los resultados de aprendizaje específicos, los espacios académicos y las actividades co-curriculares, como la cátedra multidisciplinar.

Según lo anterior y tal como señala (E. F. Crawley et al., 2011) *“La enseñanza de habilidades personales, interpersonales, profesionales y de construcción de productos, procesos y sistemas no debería considerarse como un añadido a un currículo que ya estaba completo, sino como una parte integral de éste”*.

Igualmente se advierte *“Para alcanzar los resultados de aprendizaje esperados en el conocimiento disciplinario y en las habilidades, el currículo y las experiencias de aprendizaje deben hacer un uso dual del tiempo disponible”*.

El currículo del programa está diseñado de tal manera que los espacios académicos se apoyan entre sí, construyendo una estructura por áreas que permita integrar las habilidades

personales, interpersonales y disciplinares, además de las de construcción de productos, procesos y sistemas, en el marco de su ciclo de vida. El programa de Ingeniería Electrónica ha adoptado para la distribución de créditos de la componente de formación profesional el esquema de núcleos temáticos. En la Tabla 5 se indican los diferentes núcleos temáticos con su respectiva justificación y alineación con los RAPs definidos en la Sección 3.4.

Tabla 5. Núcleos Temáticos de las Actividades Académicas de Formación Profesional (AAFP)

Núcleo	Justificación	RAPs	Créditos
<b>Núcleo CDIO</b>	Este núcleo responde a la apuesta del programa por dar cumplimiento a los estándares CDIO 4 (Introducción a la Ingeniería), 5 (Experiencias de Diseño e Implementación) y 7 (Experiencias de Aprendizaje Integrado). Igualmente, para direccionar la misión del programa en cuanto a <i>destrezas para la concepción, el diseño y la implementación de soluciones de ingeniería en equipos de trabajo</i>	Sección 3.4.1 y 3.4.4	21
<b>Núcleo Básicas de Ingeniería Electrónica</b>	Adicional a la formación en ciencia básica de la Componente de Facultad, todo ingeniero requiere de una formación en Ciencias Básicas de Ingeniería, definida esta como (CONACES, 2016): <i>“el componente que provee la conexión entre las ciencias básicas con la aplicación y la práctica de la Ingeniería. Las temáticas e intensidades varían de acuerdo con el campo de formación de la Ingeniería”</i> .	Sección 3.4.2	43
<b>Núcleo Electrónica</b>	En este núcleo se ubica la formación en competencias profesionales básicas que todo ingeniero electrónico debe conocer. Este núcleo responde a aspectos misionales del Programa de Ingeniería Electrónica <i>“sólidos conocimientos en electrónica”</i>	Sección 3.4.3	21
<b>Núcleo Sistemas Digitales</b>	La misión del Programa de Ingeniería Electrónica establece tres (3) líneas de profundización del programa: <i>“telecomunicaciones, los sistemas digitales, la automatización y el control”</i> , por lo que el estudiante debe contar con unas competencias básicas en cada una de estas	Sección 3.4.6	6
<b>Núcleo Automatización y Control</b>		Sección 3.4.7	6
<b>Núcleo Telecomunicaciones</b>		Sección 3.4.8	9

	líneas de profundización.		
<b>Núcleo Profundización</b>	Este núcleo garantiza el principio flexibilidad curricular establecido en el PEU, por medio de la formación avanzada en una línea de profundización específica que escoja el estudiante. Igualmente, a través de este núcleo se incluyen los espacios académicos electivos y se favorecerá la homologación por participaciones en semilleros de investigación y cursos de posgrados.	Dependen de la línea de profundización elegida (3.4.6, 3.4.7 y 3.4.8)	15
<b>Núcleo Administrativo</b>	El desarrollo de las habilidades profesionales para la implementación y operación (IO) requieren del conocimiento de normativas legales y estrategias estandarizadas de los procesos administrativos y de gestión.	Sección 3.4.5	8
<b>Núcleo Trabajo de Grado</b>	Como culminación del ciclo de formación, este núcleo responde a las necesidades de validar la competencia de los estudiantes en cuanto a formulación y desarrollo de proyectos en ingeniería electrónica.	Sección 3.4.1	9
<b>Total Créditos AAPF</b>			<b>138</b>

En las Tabla 6 a la Tabla 14 se presenta detalladamente la distribución de créditos académicos de cada uno de los núcleos temáticos, definiendo los espacios académicos que conformarán el inicio de la implementación de este rediseño curricular. Sin embargo, se advierte que estos espacios académicos pueden ser objeto de cambio en futuras revisiones al rediseño curricular.

Tabla 6. Actividades Académicas de Formación Profesional – Núcleo CDIO

<b>Componente de Formación Profesional -</b>	
<b>Actividades Académicas de Formación Profesional (AAPF) –</b>	<b>Créditos</b>
<b>Núcleo CDIO</b>	
Introducción a la Ingeniería Electrónica	3
Taller de Creatividad e Innovación	2
Diseño I	2
Diseño II	2
Proyecto CDIO I	4
Proyecto CDIO II	4
Proyecto CDIO III	4
<b>Total</b>	<b>21</b>

Tabla 7. Actividades Académicas de Formación Profesional – Núcleo Básicas de Ingeniería Electrónica

<b>Componente de Formación Profesional -</b>	
<b>Actividades Académicas de Formación Profesional (AAPF) – Núcleo Básicas de Ingeniería Electrónica</b>	<b>Créditos</b>
Cálculo Diferencial <sup>1</sup>	4
Cálculo Integral <sup>1</sup>	4
Ecuaciones Diferenciales <sup>1</sup>	3
Álgebra Lineal <sup>1</sup>	3
Mecánica <sup>1</sup>	4
Dibujo Lineal <sup>1</sup>	2
Lógica de Programación	3
Programación	3
Cálculo Vectorial	3
Electromagnetismo	4
Campos y Ondas	3
Señales y Sistemas	4
Procesos Estocásticos	3
<b>Total</b>	<b>43</b>

<sup>1</sup>Con el propósito de favorecer la movilidad estudiantil entre los diferentes programas de la facultad, algunos espacios académicos de este núcleo se podrán tomar en otros programas de la Facultad de Ingeniería.

Tabla 8. Actividades Académicas de Formación Profesional – Núcleo Electrónica

<b>Componente de Formación Profesional -</b>	
<b>Actividades Académicas de Formación Profesional (AAPF) – Núcleo Electrónica</b>	<b>Créditos</b>
Circuitos I	3
Circuitos II	3
Electrónica I	3
Electrónica II	3
Electrónica de RF	3
Instrumentación	3
Electrónica Industrial	3
<b>Total</b>	<b>21</b>

Tabla 9. Actividades Académicas de Formación Profesional – Núcleo Sistemas Digitales

<b>Componente de Formación Profesional -</b>	
<b>Actividades Académicas de Formación Profesional (AAPF) – Núcleo Sistemas Digitales</b>	<b>Créditos</b>
Sistemas Digitales I	3
Sistemas Digitales II	3
<b>Total</b>	<b>6</b>

Tabla 10. Actividades Académicas de Formación Profesional – Núcleo Automatización y Control

<b>Componente de Formación Profesional -</b>	
<b>Actividades Académicas de Formación Profesional (AAPF) – Núcleo Automatización y Control</b>	<b>Créditos</b>
Sistemas de Control Automático I	3
Sistemas de Control Automático II	3
<b>Total</b>	<b>6</b>

Tabla 11. Actividades Académicas de Formación Profesional – Núcleo Telecomunicaciones

<b>Componente de Formación Profesional -</b>	
<b>Actividades Académicas de Formación Profesional (AAPF) – Núcleo Telecomunicaciones</b>	<b>Créditos</b>
Telemática	3
Sistemas de Telecomunicaciones I	3
Sistemas de Telecomunicaciones II	3
<b>Total</b>	<b>9</b>

Tabla 12. Actividades Académicas de Formación Profesional – Núcleo Profundización

<b>Componente de Formación Profesional -</b>	
<b>Actividades Académicas de Formación Profesional (AAPF) – Núcleo Profundización</b>	<b>Créditos</b>
Profundización I	3
Profundización II	3
Profundización III	3
Electiva Profesional I	3
Electiva Profesional II	3
<b>Total</b>	<b>15</b>

En concordancia con el criterio de flexibilidad curricular establecido en el Capítulo 3, este núcleo está compuesto por dos tipos de espacios académicos: profundizaciones y electivas profesionales. Dependiendo de la línea de profundización que elija un estudiante, los espacios académicos de Profundización I, II y III corresponden a un listado predefinido, mostrado a continuación. Por otra parte, los espacios académicos de electivas profesionales son de libre elección del estudiante a partir de una oferta semestral. Un estudiante puede tomar profundizaciones de una línea diferente como electivas profesionales, u homologar la Fase III de los semilleros de investigación como una electiva profesional.

Línea de Profundización	Profundización I	Profundización II	Profundización III
Sistemas Digitales	Sistemas embebidos	Diseño digital avanzado	Procesamiento digital de señales
Telecomunicaciones	Conmutación y teoría de tráfico	Redes y servicios de telecomunicaciones	Tecnologías de acceso inalámbrico
Automatización y Control	Control de Procesos	Control avanzado	Control no lineal

Tabla 13. Actividades Académicas de Formación Profesional – Núcleo Administrativo

Componente de Formación Profesional - Actividades Académicas de Formación Profesional (AAPF) – Núcleo Administrativo		Créditos
Evaluación de Proyectos		3
Legislación Laboral y Propiedad Intelectual		2
Gestión Empresarial		3
<b>Total</b>		<b>8</b>

Tabla 14. Actividades Académicas de Formación Profesional – Núcleo Trabajo de Grado

Componente de Formación Profesional - Actividades Académicas de Formación Profesional (AAPF) – Núcleo Trabajo de Grado		Créditos
Investigación en Ingeniería		3
Trabajo de Grado I		3
Trabajo de Grado II		3
<b>Total</b>		<b>9</b>

El plan de estudios por período académico (semestre) ha sido planteado con base en una proyección de habilidades y competencias establecidas como metas para esos períodos. El resultado es la malla curricular que aparece en la Tabla 15, para un total de **160** créditos y una duración de **10 semestres**. Finalmente, la Tabla 16 muestra la distribución de los espacios

académicos al desglosar los núcleos temáticos. Los sílabos de estos espacios académicos se anexan a este documento.

Para los estudiantes del actual plan de estudios, plan C64, se propone un plan de transición que se detalla en el Anexo 2.

Tabla 15. Malla Curricular Programa Ingeniería Electrónica (Distribución de los espacios académicos y núcleos temáticos). En verde se representan los espacios académicos de las componentes institucionales de formación general y formación personal, y en azul los espacios académicos de la componente de formación de Facultad.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Núcleo Común de Facultad (10 créditos)									
Uniquindianidad 2						Inglés I 2	Inglés II 2		
Cátedra Multidisciplinar (0 créditos)									
Formación Personal I 2						Formación Personal II 2		Formación Personal III 2	
Núcleo CDIO (21 créditos)						Núcleo Trabajo de Grado (9 créditos)			
Núcleo Electrónica (21 créditos)						Núcleo Profundización (15 créditos)			
Núcleo Ciencias Básicas de Ingeniería Electrónica (43)					Núcleo Telecomunicaciones (9 créditos)				
					Núcleo Automatización y Control (6 créditos)		Núcleo Administración (8 créditos)		
					Núcleo Sistemas Digitales (6 créditos)				
Total Créditos: 160									

Tabla 16. Malla Curricular Programa Ingeniería Electrónica (Distribución Semestral de los Espacios Académicos)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Matemáticas Generales 2	Cálculo Diferencial 4	Cálculo Integral 4	Ecuaciones Diferenciales 3	Diseño II 2	PROYECTO CDIO II 4	PROYECTO CDIO III 4	Evaluación de Proyectos 3	Legislación Laboral y Propiedad Intelectual 2	Gestión Empresarial 3	
Lectura y escritura en Ingeniería 2	Álgebra Lineal 3	Mecánica 4	Electromagnetismo 4	Campos y Ondas 3	Sistemas de Telecomunicaciones I 3	Sistemas de Telecomunicaciones II 3	Telemática 3	Administración 2	Ética Profesional 2	
Introducción a la Ingeniería Electrónica 3	Lógica de Programación 3	Programación 3	Cálculo Vectorial 3	Sistemas de Control Automático I 3	Sistemas de Control Automático II 3	Seminario de Ingeniería 2	Investigación en Ingeniería 3	Trabajo de Grado I 3	Trabajo de Grado II 3	
Taller de Creatividad e Innovación 2	Diseño I 2	PROYECTO CDIO I 4	Señales y Sistemas 4	Procesos Estocásticos 3		Electrónica de RF 3	Profundización I 3	Profundización II 3	Profundización III 3	
Formación Personal I 2	Circuitos I 3	Circuitos II 3	Electrónica I 3	Electrónica II 3	Instrumentación 3	Electrónica Industrial 3	Formación Personal II 2	Electiva Profesional I 3	Electiva Profesional II 3	
Uniquindianidad 2	Dibujo Lineal 2			Sistemas Digitales I 3	Sistemas Digitales II 3	Inglés I 2	Inglés II 2	Formación Personal III 2		
Cátedra Multidisciplinaria										0

Créditos: 13	Créditos: 17	Créditos: 18	Créditos: 17	Créditos: 17	Créditos: 16	Créditos: 17	Créditos: 16	Créditos: 15	Créditos: 14
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

**Total Créditos: 160**



## CAPÍTULO 5. ACCIONES ESTRATEGICAS

Para plantear el plan de acción 2016-2025, se aplicó una metodología de planeación estratégica, en la que a partir de un análisis de las amenazas, oportunidades, debilidades y fortalezas del programa (Tabla 17), se plantearon algunas acciones estratégicas. Estas acciones fueron revisadas y complementadas con las acciones estratégicas planteadas en el PDI 2016-2025 que están directamente relacionadas con el quehacer del programa. De esta forma, las acciones estratégicas definidas para el programa (Tabla 18) están alineadas con los 8 pilares estratégicos del PDI. Igualmente, a partir de un análisis de impacto, se priorizaron las estrategias definiendo una fecha de inicio de implementación de la respectiva estrategia.

Tabla 17. Matriz DOFA

Factores Internos	
Fortalezas	Debilidades
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alto nivel académico de los contenidos impartidos en los cursos</li> <li>2. Alto compromiso de estudiantes y docentes con la formación de un profesional de calidad</li> <li>3. Formación docente. Docentes con título de maestría y doctorado y docentes adelantando estudios de maestría y doctorado</li> <li>4. Claustro de profesores con actitud abierta al cambio y metodologías de trabajo cooperativas</li> <li>5. Flexibilidad curricular a nivel de líneas de profundización y electivas</li> <li>6. Existencia de grupos de investigación consolidados</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desigualdad entre profesores</li> <li>2. Deficiente interacción con el claustro por parte de docentes catedráticos y de servicio</li> <li>3. Falta de línea de profundización en el área de electrónica</li> <li>4. Ausentismo y falta de autonomía estudiantil</li> <li>5. Falta de liderazgo estudiantil.</li> <li>6. Poca promoción del programa</li> <li>7. Falta de consolidación del sistema de seguimiento a egresados</li> </ol>
Factores Externos	
Amenazas	Oportunidades
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bajo desarrollo industrial de la región.</li> <li>2. Poco conocimiento del programa por los diferentes entes externos</li> <li>3. Falta de educación y cursos de actualización para egresados</li> <li>4. La no acreditación del programa</li> <li>5. Alta competencia a nivel nacional y regional de programas similares</li> <li>6. Poca inversión de la universidad en el desarrollo de su planta física</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniciativa CDIO (Enfoque curricular consistente con la formación de los ingenieros actuales).</li> <li>2. Créditos educativos condonables (Becas Ministerio TIC y otros).</li> <li>3. Vinculación a la agenda de competitividad del departamento.</li> <li>4. Aprovechar la red de egresados (Alto número de egresados con excelente desempeño profesional y con quienes se puede establecer contacto con los sectores económicos y académicos externos)</li> <li>5. Impulso de las TIC por parte del gobierno.</li> <li>6. Existencia de una Maestría en Ingeniería articulada con una de las líneas de profundización del programa</li> <li>7. Convenios (REDIE, EAM, SENA, ACIEM, empresas)</li> <li>8. Ubicación geográfica del Programa</li> </ol>

Tabla 18. Acciones estratégicas del Programa de Ingeniería Electrónica 2016-2025

Eje estratégico	Pilar estratégico	Estrategia	Cronograma
Universidad Pertinente	Calidad académica pertinente	E1. Diseñar y aplicar instrumentos de seguimiento e implementación curricular con base en la iniciativa CDIO	2017-2025
		E2. Apoyar un plan de formación para el talento humano	2017-2025
		E3. Proponer actualizaciones anuales bibliográficas al CRAI	2019-2025
		E4. Ampliar el uso de los ambientes virtuales de aprendizaje en los diferentes espacios académicos del programa	2018-2020
		E5. Implementar didácticas, transversales en el currículo, para fortalecer las competencias en idioma inglés a los estudiantes.	2018-2025
		E6. Fortalecer las competencias de los Estudiantes de acuerdo con los lineamientos de las pruebas saber pro y en función del enfoque CDIO.	2017-2025
		E7. Consolidar un semillero docente con base en los programas de formación que mejore los estándares 8 y 10 del CDIO.	2019-2025
	Investigación Pertinente	E8. Fortalecer los grupos de investigación	2017-2025
	Extensión y Desarrollo Social Pertinente	E9. Actualizar y difundir el portafolio de servicios del programa acorde a las capacidades del programa y las necesidades del entorno	2017-2025
Universidad Creativa	Gestión Creativa	E10. Fortalecer los mecanismos de verificación del plan de administración y gestión curricular del programa	2017-2020
		E11. Fortalecer los diversos canales de comunicación, que permitan un diálogo permanente entre los diferentes actores del programa y de éste con el entorno.	2017-2025
	Bienestar y Cultura Creativa	E12. Fomentar el liderazgo estudiantil	2017-2025
		E13. Robustecer la política de retención estudiantil.	2017-2025
Universidad Integradora	Integradora con el Egresado	E14. Fortalecer el vínculo con el graduado	2017-2025
	Integradora con la Intern. y Movilidad	E15. Apoyar la movilidad estudiantil y docente, y la cooperación interinstitucional aprovechando los convenios existentes con redes académicas e instituciones.	2017-2025
	Integradora con el entorno	E16. Participar en reuniones permanentes con el sector productivo	2017-2025

A continuación se describen con mayor detalle cada una de las estrategias.

## 5.1 ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA DOCENCIA

- E1. **Diseñar y aplicar instrumentos de seguimiento e implementación curricular con base en la iniciativa CDIO.** La implementación efectiva del modelo curricular CDIO requiere mecanismos de planeación estratégica continua y de una evaluación permanente con el fin de que se pueda evidenciar que el currículo de Ingeniería Electrónica es CDIO. Al respecto se hace necesario definir los planes de trabajo de los proyectos CDIO, la elaboración de rúbricas de evaluación para todos espacios académicos del programa, y del diseño de una estrategia de evaluación curricular.
- E2. **Apoyar un plan de formación para el talento humano.** Aunque la Facultad de Ingeniería cuenta con un plan de desarrollo profesoral que define las áreas prioritarias de formación a nivel posgradual de los docentes, cursos cortos y la asignación anual de recursos de movilidad para la participación en eventos académicos, se hace necesario complementar dicho plan con la definición de capacitaciones en áreas específicas de interés, a nivel disciplinar y pedagógico, que aporten al desarrollo de habilidades requeridas para la implementación efectiva del enfoque curricular CDIO. En este sentido es importante también definir e implementar un plan de capacitación docente en competencias transversales.
- E3. **Proponer actualizaciones anuales bibliográficas al CRAI.** Es indiscutible que la actualización curricular requiere de la permanente actualización de los recursos bibliográficos y bases de datos existentes. En este sentido, es necesario que anualmente se propongan actualizaciones a los recursos bibliográficos de acuerdo a la reforma curricular bajo el enfoque CDIO.
- E4. **Ampliar el uso de los ambientes virtuales de aprendizaje en los diferentes espacios académicos del programa.** Con el fin modernizar las estrategias de enseñanza-aprendizaje bajo el enfoque CDIO, es necesario que los docentes aumenten el uso de los recursos virtuales e incorporen estrategias de *blended learning* (BL) en sus espacios académicos. Por esta razón, para fomentar su uso se requiere de una adecuada capacitación en el uso de plataformas virtuales y planeación de actividades con el enfoque BL, contando con el apoyo de la Unidad de Virtualización y la Vicerrectoría Académica.

- E5. **Implementar didácticas, transversales en el currículo, para fortalecer las competencias en idioma inglés a los estudiantes.** El mercado laboral está demandando ingenieros electrónicos con competencias comunicativas básicas en idioma inglés que les permitan estar continuamente actualizados y que puedan interactuar con pares de otros países y culturas en forma virtual. Aunque el PAC plantea algunas estrategias institucionales para lograr esa competencia en segunda lengua, se requiere también del fomento permanente de las competencias comunicativas en idioma inglés de manera transversal en el currículo. Estas estrategias, visibles en las acciones metodológicas de los sílabos de los diferentes espacios académicos, deben estar direccionadas por medio de una política curricular clara, definida por el Consejo Curricular y aceptada por los docentes del programa.
- E6. **Fortalecer las competencias de los Estudiantes de acuerdo con los lineamientos de las pruebas saber pro y en función del enfoque CDIO.** La Universidad del Quindío se ha planteado dentro de sus metas mejorar el rendimiento de los estudiantes en la prueba Saber Pro, principalmente en las competencias genéricas. Por esta razón, se hace necesario definir una política por parte del Consejo Curricular, que apoyada en el enfoque CDIO, permita potencializar en los estudiantes las competencias genéricas. Igualmente, se dará continuidad a los simulacros de las pruebas Saber Pro, con el fin de servir como diagnóstico previo y preparación de los estudiantes.
- E7. **Consolidar un semillero docente con base en los programas de formación que mejore los estándares 8 y 10 del CDIO.** Los estándares del C “Activo” y 10 “Fortalecimiento de la Docencia de Base Científica” requieren de la continua formación del cuerpo profesoral, en su mayoría ingenieros y con formación posgradual en ingeniería, en estrategias pedagógicas novedosas. Por lo anterior, se hace necesario consolidar un semillero docente que permita la actualización pedagógica del cuerpo docente, el intercambio de experiencias, y también la vinculación de estudiantes destacados que puedan apoyar diferentes procesos del programa.

## 5.2 ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA INVESTIGACIÓN

- E8. **Fortalecer los grupos de investigación.** En el 2016 el Programa de Ingeniería Electrónica cuenta con cuatro (4) grupos de investigación, cuya categorización según Colciencias es GDSPROC (B), GAMA (C), GITUQ (C) y ELECTRAE (Registrado). Dado a que estos grupos de investigación están enfocados en las áreas de énfasis del programa, existe actualmente una adecuada articulación de la investigación con el

desarrollo del currículo y su continua actualización. Sin embargo, para mejorar el posicionamiento y visibilidad de los grupos se requiere mantener una continua participación en proyectos de investigación, financiados a través de convocatorias internas y externas, semilleros de investigación, aumentar el número de publicaciones en revistas indexadas y lograr una articulación con el sector externo. Para lograr dicha articulación es necesario: Aprovechar los convenios existentes para la realización de proyectos de cooperación; Ampliar la difusión de los resultados de investigación; y Participar en el desarrollo en proyectos tipo spin-off universitaria, que tengan su origen en la investigación.

### 5.3 ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA PROYECCIÓN SOCIAL

- E9. **Actualizar y difundir el portafolio de servicios del programa acorde a las capacidades del programa y las necesidades del entorno.** Actualmente el programa de Ingeniería Electrónica realiza extensión y proyección social a través de diplomados y cursos cortos, y un proyecto de investigación financiado por el fondo de regalías para ciencia y tecnología cuyo objetivo es el desarrollo del sector de las curtiembres. Enmarcado en el eje estratégico institucional Pertinente, se hace necesario actualizar el portafolio de servicios acorde a las capacidades de los grupos de investigación (Investigación Pertinente), el talento humano y los laboratorios del programa; y de esta forma ampliar la oferta de educación continuada y mejorar la difusión de dicho portafolio con el fin lograr alianzas estratégicas con el sector empresarial para lograr una Extensión Pertinente.
- E16. **Participar en reuniones permanentes con el sector productivo.** El programa actualmente cuenta con una participación en el Consejo Profesional y ACIEM-Capítulo Quindío, por lo que es importante potencializar dicha representación y aumentar la participación del programa en mesas inter gremiales, en las que se planteen propuestas novedosas que integran las agendas de competitividad, productividad, ciencia, tecnología e innovación.

### 5.4 ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN E INTERACCIÓN CON REDES ACADÉMICAS

- E15. **Apoyar la movilidad estudiantil y docente, y la cooperación interinstitucional aprovechando los convenios existentes con redes académicas e instituciones.** El programa actualmente tiene suscritos convenios de cooperación con instituciones tales como la EAM-Programa de Mecatrónica y la Red de Programas de Ingeniería

Electrónica-REDIE para aspectos de movilidad estudiantil. Estos convenios recientemente firmados, requieren de una adecuada ejecución. Igualmente, la Universidad ha suscrito diferentes convenios con otras instituciones para movilidad estudiantil y docente, de los que el programa poco ha participado. De allí que se haga necesario participar en dichos convenios para aumentar la movilidad estudiantil y docente.

## 5.5 ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA PLANEACIÓN ACADÉMICA Y LA ACREDITACIÓN

- E11. **Fortalecer los diversos canales de comunicación, que permitan un diálogo permanente entre los diferentes actores del programa y de éste con el entorno.** La adecuada gestión administrativa requiere de canales de comunicación eficientes. Igualmente, a la luz de una administración eficiente se debe garantizar la existencia de mecanismos de rendición de cuentas. Por estas razones se hace necesario definir y fortalecer canales de comunicación entre los actores internos del programa (dirección, estudiantes, docentes) y los actores externos (graduados y empresarios).
- E12. **Fomentar el liderazgo estudiantil.** El programa cuenta con la Asociación de Estudiantes AFE<sup>2</sup> y la rama estudiantil IEEE. En los últimos meses estas asociaciones estudiantiles se han venido fortaleciendo y reclutando a nuevos miembros, después de una época de recesión resultado de la falta de liderazgo y relevo generacional. Por esta razón, se hace indispensable involucrar a las asociaciones en las actividades del programa, vincular a los estudiantes líderes de las asociaciones en los programas de liderazgo ofrecidos por bienestar institucional, y buscar alianzas con las ramas estudiantiles IEEE de otras instituciones.
- E13. **Robustecer la política de retención estudiantil.** La Universidad del Quindío planteó en su plan de fomento a la calidad, reducir la deserción a una tasa del 8% al 2018. El Programa de Ingeniería Electrónica actualmente tiene una tasa promedio de deserción en los últimos dos (2) años del 12,45% según el boletín estadístico 2016-1. Por esta razón se hace imperativo definir planes y estrategias que permitan robustecer la política institucional de retención estudiantil.
- E14. **Fortalecer el vínculo con el graduado.** El vínculo con el graduado se está convirtiendo en un factor importante para la acreditación de un programa. Por esta razón se hace necesario fortalecer el vínculo con el egresado, para hacerlo partícipe de la toma de decisiones al interior del programa, para brindarle actualización en

nuevas tecnologías y posiblemente, para establecer alianzas estratégicas con las instituciones donde labore.

## 5.6 ACCIONES ESTRATÉGICAS PARA LA ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN CURRICULAR

- E10. **Fortalecer los mecanismos de verificación del plan de administración y gestión curricular del programa.** El programa de Ingeniería Electrónica cuenta con un plan de administración y gestión curricular aprobado por el Consejo Curricular según Acta No. 02 del 5 de Febrero de 2013, y actualizado el 16 de marzo 16 de 2016, según Acta No. 4 de 2016 (Figura 3, Sección 3.5.3). La estructura administrativa del programa está enfocada a potencializar la implementación del currículo a través del enfoque CDIO, fortalecer el vínculo con el graduado, aumentar el vínculo con el sector externo, y mejorar la satisfacción del cliente interno. Dada la importancia de esta estructura administrativa se hace necesaria una evaluación continua de su eficiencia, plasmada en logros, con el fin de realizar los respectivos ajustes y reestructuración.

## CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biggs and C, T. J. (2011). *Teaching for quality learning at university. Teaching for quality learning at university.*
- C.D.I.O. (2010). *ESTÁNDARES CDIO v. 2.0. Cdio.Org* (Vol. 0). Retrieved from <http://www.cdio.cl/documentos/estandares-cdio>
- CDIO.org. (2015a). About CDIO | Worldwide CDIO Initiative. Retrieved June 21, 2016, from <http://www.cdio.org/about>
- CDIO.org. (2015b). Universidad del Quindío | Worldwide CDIO Initiative. Retrieved June 21, 2016, from <http://cdio.org/node/6190>
- CDIO Chile. (2015). CDIO: Una Nueva Visión para la Educación en Ingeniería — CDIO en Chile. Retrieved June 16, 2016, from <http://www.cdio.cl/cdio-a-new-vision-for-engineering-education>
- Colciencias. (2016). COLCIENCIAS. Retrieved April 15, 2016, from <http://www.colciencias.gov.co/>
- CONACES. (2016). *Documento Base para la elaboración de propuesta de Condiciones de Calidad específicas para programas de nivel profesional universitario en el área de las Ingenierías.* Bogotá.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Lucas, W. A., & Brodeur, D. R. (2011). The CDIO Syllabus v2.0 An Updated Statement of Goals for Engineering Education. In *7th International CDIO Conference*. Copenhagen: Technical University of Denmark.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. (2007). *Rethinking engineering education. The CDIO Approach* (2nd ed.). Switzerland: Springer.
- García González, F. (2012). Una Mirada a La Formación En Ingeniería En El Contexto Internacional, 36.
- Herrera Uribe, A., Ibargüen Ocampo, F., & Jaramillo Patiño, D. (2010). *Estudio Analítico de Competencias en Resolución de Problemas, Habilidades Lógico-Matemáticas y Toma de Decisiones en los Estudiantes de Grado Décimo y Once de Cuatro Instituciones Educativas del Municipio de Armenia, de Cara a su Inserción en el Sistema d.* Armenia.
- Ingeniería Electrónica, U. del Q. (2010a). *Informe de Autoevaluación para la Acreditación ante el CNA.* Armenia - Quindío.
- Ingeniería Electrónica, U. del Q. (2010b). *Proyecto Educativo del Programa Ingeniería Electrónica.* Armenia - Quindío.
- Ministerio de Educación. (2016). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. Retrieved April 15, 2016, from <http://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/programa>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2013). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo de los sectores ELECTRÓNICA. TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES.*
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design* (2nd ed.). Virginia - USA: ASCD - Association for Supervision and Curriculum Development.

## ANEXO 1. CURRÍCULO INTEGRADO

En concordancia con los estándares CDIO 2 (Syllabus CDIO) y 3 (Currículo Integrado), se presenta a continuación la forma como las diferentes habilidades y destrezas personales, interpersonales y profesionales del Syllabus CDIO se desarrollan a lo largo de los diferentes espacios académicos.

Tabla 19. Currículo integrado bajo el enfoque CDIO. I: Introduce, E: Enseña, U: Utiliza

Espacio Académico	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8
Introducción a la Ingeniería Electrónica	I		I	I	E	EU	EU		E			I	I	I		
Lectura y Escritura en Ingeniería		IEU	IEU	IEU	I	IE	IEU	IEU								
Matemáticas Generales	IE															
Taller de Creatividad e Innovación	I		I			E	E		I						I	
Álgebra Lineal				E			I									
Cálculo Diferencial	E						E									
Circuitos I	EU	IEU	EU	I		U	U	U	I			U				
Dibujo Lineal			IEU	IEU			IEU					IEU				
Diseño I	IEU	U	EU	IEU		EU	EU	U	E		EU	EU			E	
Proyecto CDIO I	EU	EU	EU	EU	EU	I	U		E	I	EU	I	I	I	I	
Cálculo Integral																
Circuitos II	EU	EU	EU	EU		EU	EU	U	E	I		U	U		EU	
Lógica de Programación	EU		E	EU		EU	EU						EU			
Mecánica	I	EU		EU		IEU	E									
Programación	E		E	EU		EU	EU	U			EU	EU	EU			
Cálculo Vectorial	EU					U	EU	U								U
Ecuaciones Diferenciales	E		E	U			EU	U								EU
Electromagnetismo	IE	EU		U		IU	EU	EU		U		U				U
Electrónica I	E	U	EU	EU		U	U	U	E	E		EU	E	E		

Espacio Académico	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8
Señales y Sistemas	E	U		EU		U	EU	EU					I			
Campos y Ondas	IE	EU				U	U									
Diseño II	U	U	EU	U	U	U	U	U	U		EU	EU			E	
Electrónica II	EU	U	EU	U	U	U	U	U				EU	EU	E		
Procesos Estocásticos	EU	E					U	U								
Sistemas de Control Automático I	EU	U	E	U		EU	U	U								
Sistemas Digitales I	EU		E	U		EU	U	U			IE	EU	E			
Instrumentación	E	U	U	U		U	U	U	EU	E		EU	EU	E		
Proyecto CDIO II	EU	U	EU	I	EU	EU	EU	EU	U	E	U	EU	EU	E	EU	
Sistemas de Control Automático II	EU	U	U	U	U	U	U	U	E			EU	EU			
Sistemas de Telecomunicaciones I	U		E	U		U	U		I							
Sistemas Digitales II	U		EU	U	U	U	U	U	U		U	EU	EU			
Electrónica de RF	U	U	U	U		U	U	U	U	E		EU	EU	E		
Electrónica Industrial	EU	U	U	U		U	U	U	U	E		EU	EU			
Proyecto CDIO III	U	U	U	U	U	EU	EU	EU	EU	EU	U	U	U	EU	EU	EU
Seminario de Ingeniería	E	EU		E	EU	EU	EU		E			I			E	
Sistemas de Telecomunicaciones II	EU		U	U	U	U	U					EU	EU		EU	
Evaluación de Proyectos	EU			EU	U		U	U	EU	EU	EU				EU	EU
Investigación en Ingeniería	EU	EU		EU	U	U	EU	U	EU	E	E	U			E	EU
Telemática	EU	U	EU	U	U	U	U	U				EU	EU		U	
Administración				EU	U	EU	EU		IEU	EU	U		EU	E	EU	EU
Legislación Laboral y Propiedad Intelectual			I	IEU	IE		EU		IE						IE	IE
Gestión Empresarial	EU			EU	U	U	EU		U	EU	EU		EU	EU	U	EU

## 2. Habilidades personales

2.1. Solución de problemas y razonamiento ingenieril

2.2. Experimentación y conducción de investigaciones

- 2.3. Pensamiento Sistémico
- 2.4. Habilidades y actitudes personales: Responsabilidad, pensamiento creativo, pensamiento crítico.
- 2.5. Habilidades y actitudes profesionales: Ética, comportamiento profesional
  
- 3. Habilidad interpersonales
  - 3.1. Trabajo en Equipo
  - 3.2. Comunicación Efectiva
  - 3.3. Comunicación en Lengua Extranjera
  
- 4. Habilidades CDIO
  - 4.1. Contexto Externo, Social y Ambiental
  - 4.2. Contexto organizacional y de negocios
  - 4.3. Concepción y aplicación de la ingeniería a los sistemas y la administración
  - 4.4. Diseño
  - 4.5. Implementación
  - 4.6. Operación
  - 4.7. Liderazgo en Ingeniería
  - 4.8. Emprenderismo

## ANEXO 2. PLAN DE TRANSICIÓN

El Acuerdo del Consejo Superior N°028 de julio de 2016, por el cual se adopta el Proyecto Educativo Uniquindiano (PEU), establece en su numeral 6 los principios curriculares de la Universidad del Quindío que buscan la formación integral. Entre estos principios se citan la interdisciplinariedad, transdisciplinariedad, transversalidad y flexibilidad, por lo que el Programa Ingeniería Electrónica propone un conjunto de estrategias de transición desde el plan de estudios inmediatamente anterior (C64) hacia el nuevo, presentado en la Sección 4.3. Estas estrategias se describen en la Tabla 20, con base en los espacios académicos vigentes para el segundo período del año 2016 y considerando el inicio de la vigencia del nuevo plan de estudios desde el primer período del año 2017.

Tabla 20. Estrategias de Transición entre los planes de estudio C64 y el nuevo, enfocado con base en la metodología CDIO

Plan de estudios C64		Plan de estudios nuevo		Estrategia de transición
Espacio académico	Semestre	Espacio académico	Semestre	
Geometría analítica	1	No existe dicha asignatura	-	Abrir curso de nivelación en 2017-1
Cálculo diferencial	1	Existe en segundo semestre	2	Abrir curso de nivelación en 2017-1. Después de 2017-1 el curso se verá normalmente en el segundo semestre
Taller Métodos de Aprendizaje	1	Taller de creatividad e innovación	1	Se homologan las asignaturas
Proficiencia en idioma extranjero	1	Inglés I		Se propone que el estudiante inicialmente lo vea en la franja asignada actualmente.
Proficiencia en español	1	Lectura y escritura en ingeniería	1	Se homologan las asignaturas
Constitución política	1	No existe dicha asignatura	-	El estudiante la cursa como parte de la franja.
Taller de química	1	No existe dicha asignatura	-	Solicitar cupos en el Programa de Química, para el curso de Química General
Humanidades	2	Seminario de ingeniería	6	Se homologa este curso. En caso de ser necesario se abrirá un curso de humanidades para nivelar estudiantes

Plan de estudios C64		Plan de estudios nuevo		Estrategia de transición
Espacio académico	Semestre	Espacio académico	Semestre	
Estadística y probabilidad	4	Procesos estocásticos	5	Se homologa esta asignatura
Matemáticas especiales	4	Señales y sistemas	4	Se homologa esta asignatura.
Física ondulatoria	4	No existe dicha asignatura	-	Solicitar al Programa de Física la oferta del curso de Física Ondulatoria
Física moderna	4	No existe dicha asignatura	-	Se abrirá un curso de nivelación para los que faltan.
Taller de inglés II	4	Taller de inglés II	8	Se homologa esta asignatura
Métodos numéricos	5	No existe dicha asignatura	-	Se realizará curso de nivelación para los que falten
Circuitos lógicos	5	Sistemas digitales I	5	Se homologa esta asignatura
Sistemas dinámicos	5	Sistemas de control automático I	5	Se homologa esta asignatura
Campos y Ondas II	6	Sistemas de comunicaciones I	6	Se homologa esta asignatura
Microprocesadores	6	Sistemas digitales II	6	Se homologa esta asignatura
Introducción al control	6	Sistemas de control automático II	6	Se homologa esta asignatura
Fundamentos de telecomunicaciones	7	Sistemas de telecomunicaciones II	7	Se homologa esta asignatura
Electrónica III	7	Electrónica de RF	7	Se homologa esta asignatura
Profundizaciones	7-9	Profundizaciones	8-10	Se homologan de acuerdo al área y los contenidos.
Medio ambiente	8	Gestión de riesgo y desastres	8	Es una asignatura de formación personal y se homologa.
Creatividad empresarial	9	Emprenderismo	9	Es una asignatura de formación personal y se homologa
Fundamentos de economía	9	Administración	9	Se homologa esta asignatura
Legislación en telecomunicaciones	10	Legislación laboral y propiedad intelectual	9	Se homologa esta asignatura.



Proyecto Educativo del Programa –Ingeniería Electrónica



UNIVERSIDAD  
DEL QUINDÍO

Por una Universidad  
**PERTINENTE CREATIVA INTEGRADORA**



**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

Tel: (57) 6 735 9300 Ext 359  
Carrera 15 Calle 12 Norte  
Armenia, Quindío – Colombia  
[ingelect@uniquindio.edu.co](mailto:ingelect@uniquindio.edu.co)