

Curricular reflection in the Faculty of Electronics and Telecommunications Engineering of the Universidad del Cauca: an opportunity for innovation

Eva Juliana Maya Ortiz, Magíster¹, Francisco José Pino Correa, PhD²

¹Universidad del Cauca, Colombia, emaya@unicauca.edu.co

²Universidad del Cauca, Colombia, fjpino@unicauca.edu.co

Abstract -- The fourth industrial revolution and globalization 4.0 are transforming society, the economy and work, therefore it is necessary to innovate in different sectors of society such as engineering education, especially in the area of electronics, telecommunications and computer science, characterized by its rapid evolution. In this respect, it is necessary to improve curricula and teaching and learning processes to ensure the quality of academic programs and thus the relevance of the training they offer. Considering the above, the Universidad del Cauca, specifically the Faculty of Electronics and Telecommunications Engineering (FIET) undertook curricular reflection of its undergraduate programs, taking into account different references, especially CDIO (Conceive, Design, Implement, and Operate). In this project, a curricular structure for the programs was established and the processes and support elements needed to achieve reflection at the macro, meso and microcurricular levels were determined. Currently FIET is working at the macrocurricular level, it has involved the stakeholders of the Institution and the environment and it has obtained interesting results that are presented in this article.

Keywords-- Education, Engineering, Curricula, Innovation, CDIO.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.188>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Reflexión curricular en la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca: una oportunidad de innovación

Eva Juliana Maya Ortiz, Magíster¹, Francisco José Pino Correa, PhD²

¹Universidad del Cauca, Colombia, emaya@unicauca.edu.co

²Universidad del Cauca, Colombia, fjpino@unicauca.edu.co

Resumen– *La cuarta revolución industrial y la globalización 4.0 están transformando la sociedad, la economía y el trabajo, por tanto se requiere innovar en los diferentes sectores de la sociedad como la educación en ingeniería, en especial en el área de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática, caracterizada por su rápida evolución. En este sentido es necesario mejorar los currículos y los procesos de enseñanza y aprendizaje para asegurar la calidad de los programas académicos y así la pertinencia de la formación que éstos brindan. Considerando lo anterior la Universidad del Cauca, específicamente la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones (FIET) emprendió una reflexión curricular de sus programas de pregrado, teniendo en cuenta diferentes referentes, en especial CDIO (Conceive, Design, Implement, and Operate). En este proyecto se estableció una estructura curricular para los programas y se determinaron los procesos y los elementos de apoyo necesarios para lograr una reflexión en los niveles macro, meso y microcurricular. Actualmente La FIET está trabajando en el nivel macrocurricular, ha involucrado a las partes interesadas de la Institución y del entorno y ha obtenido interesantes resultados que se presentan en este artículo.*

Keywords- educación, ingeniería, currículo, innovación, CDIO.

I. INTRODUCCIÓN

A. 4RI, globalización 4.0, trabajo y educación

La cuarta revolución industrial (4RI) se caracteriza por la “fusión de tecnologías que está desvaneciendo las líneas entre las esferas física, digital y biológica” [1], es la era en que los avances científicos y tecnológicos están generando grandes cambios en la sociedad y en los industrias, así como produciendo profundos impactos en las personas, en sus relaciones sociales y económicas, en el trabajo y en consecuencia en la educación del presente y del futuro.

La 4RI ha llevado a una economía digital basada en la innovación, en la que se debe generar valor apoyado en el conocimiento y se requiere innovar en todos los ámbitos de la sociedad como el de la educación, debido a que se requieren personas con los conocimientos, las habilidades y las actitudes necesarios para enfrentar los desafíos del presente y del futuro lleno de grandes incertidumbres [2].

En este sentido, la globalización 4.0, así como la evolución exponencial del internet de las cosas, la inteligencia artificial, la robótica, la nanotecnología, la biotecnología, la impresión 3D,

la computación cuántica, entre otros y la situación actual del medio ambiente están transformando las competencias que se requieren en el mercado laboral actual al punto que las organizaciones necesitarán personas en profesiones que todavía no existen.

La globalización 4.0 genera grandes oportunidades y retos, involucra al sector público y privado, académico y empresarial, a la sociedad civil y requiere políticas, estrategias, estándares, regulaciones, normas y la definición de aspectos éticos y de responsabilidad social relacionados con el ser humano y la tecnología para la toma adecuada de decisiones.

B. Innovación y educación en ingeniería

En general para los países y en especial para los países en vía de desarrollo, la innovación es el camino para lograr mayor bienestar social, crecimiento económico, mayor productividad y competitividad, y específicamente la innovación en la educación es de gran importancia puesto que la educación es y será uno de los principales motores del desarrollo político, económico y social de las naciones.

Considerando lo anterior, la innovación en educación en ingeniería, especialmente en el sector de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática (ETI) requiere un esfuerzo riguroso y sistemático, que involucra a la universidad, la empresa, el Estado y la sociedad, requiere diferentes referentes y fuentes de información, así como llevar a cabo múltiples procesos para obtener resultados que tengan impacto en el entorno.

Claramente los ingenieros deben contribuir al desarrollo y a la aplicación de la ciencia, así como a la maximización de los beneficios y a la minimización de los riesgos de las tecnologías, deben colocar los avances al servicio de los ciudadanos y aportar al mejoramiento de la calidad de vida de las personas, así como a la sostenibilidad y a la conservación del medio ambiente [3]. Cabe destacar que para los ingenieros del sector ETI las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) deben ser un medio para contribuir a la sociedad.

C. Reflexión curricular en la FIET

Teniendo en cuenta lo anterior, la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones (FIET) de la Universidad del Cauca (Unicauca) emprendió una reflexión curricular de los programas de pregrado para mejorar la calidad de los mismos y aportar a la innovación en la educación de la Universidad y de

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.188>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

la región. El detalle de la reflexión curricular y de los resultados obtenidos hasta el momento se presentan en las siguientes secciones: sección II: innovación en educación en ingeniería en ETI, III: referentes, IV: reflexión curricular en la FIET de Unicauca, V: nivel macrocurricular de la FIET, VI: trabajo posterior, VII: conclusiones y finalmente referencias.

II. INNOVACIÓN EN EDUCACIÓN EN INGENIERÍA EN ETI

A. Trabajo y educación del futuro

Las organizaciones están diseñando productos y servicios centrados en sus clientes, se encuentran en una transformación digital gracias a las tecnologías 4.0 pero no logran conseguir suficientes personas con la preparación necesaria para esto.

Evidentemente la automatización digital está cambiando los empleos, hará surgir nuevos trabajos y teletrabajos, y generará nuevos roles que requerirán interacciones sociales, por tanto las personas deben desarrollar múltiples habilidades duras o técnicas y habilidades blandas o personales e interpersonales en su proceso de formación universitario así como en el transcurso de su vida laboral [4] [5].

El ecosistema de la economía actual requiere ciudadanos del mundo, con conocimientos, habilidades, actitudes y valores para aportar a la sociedad, profesionales con las competencias requeridas actualmente, capaces de utilizar las TIC en su quehacer, preparados para afrontar los cambios, aprender permanentemente, reinventarse y desarrollar nuevas habilidades.

Dada la relevancia de estos temas en el ámbito mundial, organizaciones como el Foro Económico Mundial y el Banco Mundial están analizando el futuro y los cambios de los trabajos, y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) están examinando el sector de la educación e incluso de la innovación en el mismo.

B. Reflexión sobre la educación en ingeniería

Esta ola de transformaciones plantea reflexiones sobre la educación superior relacionadas con el amplio acceso a la información, la obsolescencia y la devaluación del conocimiento, las múltiples posibilidades de formación presenciales, en línea, nacionales e internacionales, el costo de la educación y su reconocimiento, la valoración de títulos universitarios, de certificaciones y de la experiencia laboral, las profesiones del futuro, entre otras.

Igualmente esta era de cambios implica repensar aspectos de la educación en ingeniería asociados a la integración de habilidades duras y habilidades blandas en el proceso de formación, la relación entre la teoría y la práctica, los beneficios de la interacción entre la universidad, la empresa, el Estado y la sociedad, la importancia del emprendimiento y la innovación, la necesidad de currículos sintonizados con las necesidades, demandas y oportunidades del sector industrial y la potencialización de las habilidades individuales de los estudiantes.

Asimismo el estado actual de la educación en ingeniería hace necesario mejorar las estrategias de enseñanza-aprendizaje, reconocer la importancia del aprendizaje basado en experiencias, en problemas y en proyectos reales, valorar el aprendizaje por fuera del aula, evaluar competencias, entre otros aspectos.

C. Consideraciones sobre la formación en ETI

La educación en ingeniería en el sector ETI debe hacer una apuesta por el cambio, la inclusión, la equidad y la innovación para no quedarse obsoleta y rezagada, ser más atractiva para la población, cerrar la brecha de competencias enseñadas y requeridas, facilitar movilidad y la internacionalización de los estudiantes, aumentar la cobertura, mejorar la calidad y brindar alternativas de formación que faciliten el continuar aprendiendo a lo largo de la vida.

El sector ETI caracterizado por su rápida evolución requiere que la formación en este ámbito esté en permanente revisión y brinde las habilidades necesarias para que los estudiantes y los profesionales estén preparados para los trabajos actuales y además se mantengan actualizados.

La demanda de profesionales en ETI con habilidades como desarrollo web, cloud computing, análisis de datos, aprendizaje de máquina, 5G (generation), UX (user experience) design, así como creatividad, empatía, resiliencia, análisis de datos, pensamiento crítico, resolución de problemas, trabajo en equipo, comunicación, liderazgo, flexibilidad, autonomía, autogestión, adaptabilidad, aprendizaje permanente, entre otras, irá en aumento, por tanto se requiere un nuevo modelo de educación [6] [7].

Según lo anterior deben orientarse esfuerzos al desarrollo de habilidades, dado que tradicionalmente el enfoque del proceso de formación ha sido el conocimiento. Es de resaltar que las habilidades blandas o las habilidades socioemocionales pueden enseñarse, aprenderse, adquirirse y mejorarse y son transversales a todos los campos laborales, aunque debe reconocerse que son más difíciles de enseñar y de evaluar que las competencias relacionadas con conocimiento [8].

D. Innovación en la formación en ETI

Es importante y necesaria la investigación y la innovación en educación, especialmente en ingeniería, dado que la educación debe responder a las exigencias de la economía digital global y del mercado laboral asociado y deben formarse profesionales creativos e innovadores, capaces de identificar problemas, de brindar soluciones adecuadas basadas en los avances científicos y tecnológicos, y de generar valor social, económico y ambiental [9].

En el proceso de innovación deben considerarse los referentes internacionales y nacionales, las diferentes fuentes de información y los stakeholders, los actores o las partes interesadas de la Universidad, la empresa, el Estado y la sociedad. Igualmente debe tenerse en cuenta el estado del sector ETI, así como las buenas prácticas, los estándares, el

contexto y la realidad de la Universidad para realizar un modelo propio que impacte el programa académico y el entorno regional.

También deben reconocerse las diferentes características de los jóvenes, los cambios en los roles del profesor y del estudiante, el valor de la interacción en el proceso de aprendizaje, la importancia del uso de las TIC como apoyo de la formación, la necesidad de fomentar la multidisciplinariedad y la aceptación de la diversidad, así como el reconocimiento de la brecha entre el colegio y la universidad.

La innovación debe darse tanto en universidades privadas como en universidades públicas e implica un cambio de mentalidad y de cultura, ajustes en la organización relacionada con el programa, la participación y la preparación de los profesores, la renovación de currículos, cambio en los métodos de enseñanza y de evaluación de habilidades, así como la evaluación y el mejoramiento de los programas académicos de manera periódica.

Es importante resaltar que la innovación debe originarse al interior de la Universidad, ya que sus miembros conocen la situación de la misma, el talento humano y los recursos que ésta tiene. La innovación implica que el proceso de reforma curricular y en consecuencia los resultados asociados al mismo respondan a las necesidades de la Institución y del programa, los egresados tengan mayores posibilidades laborales y por tanto más probabilidades de impactar a la sociedad con sus conocimientos y habilidades.

III. REFERENTES

En esta sección se presentan algunos de los principales referentes en educación en ingeniería, tanto en innovación como en calidad, así como universidades destacadas en estos ámbitos.

A. *CDIO*

Considerando las secciones anteriores, uno de los referentes más importantes es CDIO (Conceive, Design, Implement, and Operate) [10], dado que es un enfoque innovador para reformar la educación, está basado en el ciclo de vida en ingeniería, en la participación de las partes interesadas, en la relación entre los objetivos educacionales del programa y los resultados de aprendizaje de los estudiantes, así como en el desarrollo de habilidades personales e interpersonales y de habilidades de desarrollo de productos, procesos y sistemas.

Este enfoque implica una secuencia de actividades de aprendizaje integrado para adquirir conocimientos y desarrollar habilidades profesionales de ingeniería, igualmente aprendizaje activo, experiencias de diseño-implementación, la evaluación (assessment) de los cursos, así como la evaluación (evaluation) del programa [11]. En otras palabras CDIO significa un currículo integrado, alineación constructiva es decir la relación entre el currículo, la enseñanza y la evaluación, y backward

design, en otras palabras el diseño de las actividades y de la evaluación de las mismas partiendo de sus objetivos.

CDIO considera la sostenibilidad, la globalización, la innovación, el liderazgo y el emprendimiento, posee un syllabus que abarca los conocimientos y las habilidades profesionales de la ingeniería, así como 12 (doce) estándares para la evaluación del programa académico sobre la implementación de CDIO. Estos estándares son la base para el aseguramiento de la calidad y el mejoramiento continuo del programa. En este sentido es importante resaltar que existe un mapeo entre los resultados de aprendizaje de CDIO y los definidos por ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) [11].

El syllabus CDIO contiene los resultados de aprendizaje organizados en 4 bloques: 1. conocimiento disciplinario y razonamiento, 2. habilidades y atributos personales y profesionales, 3. habilidades interpersonales: trabajo en equipo y comunicación, 4. concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en el contexto empresarial, de la sociedad y del medio ambiente - el proceso de innovación.

Por otra parte los estándares CDIO son: 1. el contexto, 2. resultados de aprendizaje, 3. currículo integrado, 4. introducción a la ingeniería, 5. experiencias de diseño e implementación, 6. espacios de trabajo en ingeniería, 7. experiencias de aprendizaje integrado, 8. aprendizaje activo, 9. mejoramiento de las competencias de los miembros de la facultad, 10. mejoramiento de las competencias de enseñanza de los profesores de la facultad, 11. evaluación (assessment) del aprendizaje y 12. evaluación (evaluation) del programa.

CDIO ha sido implementado por múltiples universidades internacionales y nacionales en sus programas académicos, entre las cuales se encuentra el MIT (Massachusetts Institute of Technology) y el número de instituciones sigue creciendo dado que CDIO es flexible y puede adaptarse a diferentes realidades. Estas universidades conforman una red y contribuyen al desarrollo del enfoque, el cual está evolucionando incluso para su aplicación a otros programas profesionales que no sean de ingeniería y a programas de posgrado [11].

B. *ABET*

ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) [12] es una organización norteamericana no gubernamental sin ánimo de lucro que acredita programas universitarios en ciencias naturales y aplicadas, en computación, en ingeniería y en tecnología. ABET define resultados de aprendizaje y establece criterios para la acreditación de programas académicos. En este sentido, la acreditación garantiza que un programa cumple con los estándares de calidad de la profesión. Cabe mencionar que ABET acredita programas, no instituciones pero lleva a cabo este proceso en instituciones ya reconocidas por agencias de acreditación institucional nacionales o regionales o por autoridades de educación nacionales.

Esta acreditación es altamente valorada por la comunidad académica, brinda más y mejores posibilidades a estudiantes y profesores y ha sido obtenida por programas de varias de las mejores universidades del país. Es de mencionar que algunas instituciones de educación superior han considerado CDIO como un referente e incluso han optado en primera instancia por formar parte de la red, implementar CDIO y posteriormente trabajar en la acreditación ABET, aunque esto no es un requisito para la acreditación.

C. *Universidades y organizaciones referente*

A continuación se describen de manera breve algunas de las principales universidades que están innovando, realizando diseños curriculares y acreditando sus programas de ingeniería, considerando enfoques y estándares internacionales y nacionales.

En el ámbito internacional, 42 [13] es una universidad que forma talento humano en ingeniería para la industria digital, a través de programas académicos en programación de computadores y en software, con un modelo educativo innovador y disruptivo. Tiene el respaldo de líderes tecnológicos de Silicon Valley, busca permanentemente interacción con el entorno, mantiene el currículo en sintonía con las necesidades de la industria, utiliza un sistema de aprendizaje moderno y brinda diferentes oportunidades a los estudiantes. 42 tiene varios campus alrededor del mundo, el campus más grande está situado en Estados Unidos y el primer campus y las oficinas centrales se encuentran en Francia.

En el contexto nacional, la Universidad de los Andes, específicamente el programa Ingeniería de Sistemas y Computación planteó un modelo de reflexión curricular [14], consideró diferentes referentes, entre ellos CDIO y gracias a los esfuerzos institucionales actualmente los programas de ingeniería de la Institución tienen la acreditación ABET.

La Pontificia Universidad Javeriana, es una de las universidades líderes en CDIO para Latinoamérica, por tanto sus programas de ingeniería adoptaron el enfoque y actualmente la Institución, considerando los resultados que ha obtenido, está trabajando en el mejoramiento de la implementación de los 12 estándares. Es de mencionar que los programas de ingeniería de la Universidad también tienen la acreditación ABET [15].

Otra de las principales universidades privadas del país, la Universidad ICESI, forma parte de la red CDIO y sus programas académicos de ingeniería tienen la acreditación ABET debido a la determinación de la Institución y a la participación activa de los actores involucrados en los procesos requeridos para lograr estos resultados [16].

Por su parte, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad del Valle, 2 (dos) de las principales universidades públicas del país, están trabajando en el diseño y en la reforma de los currículos de sus programas académicos, así como en el mejoramiento de sus procesos de enseñanza y aprendizaje para garantizar la calidad académica y en consecuencia la

pertinencia de la formación que imparten. Estas universidades están realizando importantes esfuerzos, están llevando a cabo procesos acorde a sus realidades y considerando y analizando referentes, buenas prácticas y lecciones aprendidas [16].

Es importante reconocer que el mejoramiento continuo y el aseguramiento de la calidad de un programa deben ser sostenibles y sistemáticos, que involucran a los diferentes actores e impacta múltiples aspectos de la organización y de su contexto.

Con respecto al aseguramiento de la calidad académica, en Colombia el CNA (Consejo Nacional de Acreditación) es el organismo encargado de la acreditación de los programas y de las instituciones. Por otra parte, ACOFI (Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería), así como LACCEI (Consortio de Instituciones de Ingeniería de América Latina y el Caribe, por sus siglas en inglés), ASIBEI (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería), ISTEAC (Consortio Iberoamericano para la Educación en Ciencia y Tecnología, por sus siglas en inglés) promueven el fortalecimiento de la ingeniería, el mejoramiento de la educación en este ámbito, la articulación de esfuerzos y la interacción con el entorno, así como la aplicación de los avances científicos y de los desarrollos tecnológicos para impactar favorablemente a la sociedad en su dimensión política, económica, social y ambiental [16].

IV. REFLEXIÓN CURRICULAR EN LA FIET DE UNICAUCA

A. *Contexto y FIET de Unicauca*

La Universidad del Cauca [17] es una institución de educación superior pública del orden nacional, que tiene alrededor de 16.000 (dieciséis mil) estudiantes de diferentes municipios y poblaciones del país, en su mayoría de bajos estratos socio-económicos, de los cuales 1.600 (mil seiscientos) son estudiantes de los programas académicos de pregrado de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Es de resaltar que la Universidad del Cauca tiene la acreditación de alta calidad académica otorgada por el CNA.

La Universidad se encuentra ubicada en el Cauca, en la ciudad de Popayán. El Cauca es un departamento de Colombia caracterizado por su diversidad étnica y cultural, por su riqueza natural e infortunadamente también por sus altos niveles de violencia y de desempleo. Actualmente el país está viviendo el posconflicto, un periodo de transformación de todos los sectores y actores sociales, por tanto la Universidad del Cauca, en coherencia con su misión y su visión, está comprometida con este proceso para contribuir al logro de la paz territorial.

Específicamente la FIET posee 4 (cuatro) programas de pregrado: Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería en Automática Industrial y Tecnología en Telemática, los cuales fueron concebidos acorde a las capacidades de la Universidad, en diferentes momentos y de manera independiente, lo cual ha generado que funcionen y realicen esfuerzos aislados unos de otros, con los

correspondientes inconvenientes para profesores, estudiantes y personal administrativo de la Facultad.

B. Necesidad de reflexión curricular e innovación en la FIET

El contexto actual impulsa a la Universidad del Cauca, específicamente a la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones a fortalecer la impronta universitaria, a incrementar la calidad de sus programas académicos y a innovar en los procesos de formación, con el fin de ofrecer alternativas más adecuadas de educación en ingeniería y formar profesionales idóneos, con el talante necesario y con las capacidades requeridas para abordar esta era de cambios globales, nacionales y regionales, así como para contribuir con su trabajo, conocimientos, habilidades, actitudes y valores como ciudadanos e ingenieros a la sociedad desde el lugar o la posición en la que se encuentren.

Teniendo en cuenta lo anterior, la FIET emprendió una reflexión curricular de sus 4 (cuatro) programas de pregrado, el cual tiene como objetivo mejorar los currículos, los procesos de enseñanza y aprendizaje, la experiencia universitaria y definir un conjunto de cursos comunes para los 4 (cuatro) programas, esto con el fin de facilitar la movilidad en la Facultad, favorecer el desarrollo de actividades internacionales por parte de los estudiantes, disminuir los índices de retención y de deserción de la Universidad, articular esfuerzos que llevan a cabo los miembros de los programas de pregrado y optimizar los recursos universitarios.

Este proyecto es una oportunidad para satisfacer una necesidad de la FIET de manera adecuada, de innovar en educación en la Universidad del Cauca y en la región, específicamente en educación en ingeniería, a través de cambios de mentalidad, cultura, interacción y organización de los miembros de la Facultad, así como de procesos y de resultados que permitan tener una propuesta de valor diferenciada para la comunidad FIET y la población del departamento del Cauca y del país. Esta iniciativa es una importante apuesta de la Universidad y de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones por el mejoramiento, la calidad y la innovación, involucrando a las partes interesadas y reconociendo la propia realidad y el contexto.

C. Inicio, planeación y ejecución del proyecto

Este proyecto inició con la identificación y la revisión de diferentes referentes nacionales e internacionales, con la identificación y la aclaración de conceptos relacionados con reflexión curricular, innovación y calidad en educación en ingeniería y la realización de charlas por parte de profesores de algunas de las principales universidades del país, líderes en diseño curricular en sus instituciones. Estas actividades permitieron que la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones escogiera como uno de sus referentes a CDIO y debido a esto se realizaron talleres sobre este enfoque,

los cuales fueron orientados por los líderes de CDIO para Latinoamérica ubicados en Colombia.

Dadas las particularidades asociadas a la organización y al funcionamiento de la FIET se realizó la planeación estratégica de la Facultad con el apoyo de un experto en la metodología Lego Serious Play. La planeación estratégica realizada enfatizó la necesidad de mejorar los currículos de los programas, del trabajo articulado de los miembros de la Facultad, de un modelo de reflexión curricular y de una estructura curricular común, así como de la definición de un conjunto de cursos transversales para los programas de pregrado de la FIET. Igualmente el ejercicio destacó la importancia de la formación de profesores en estrategias de enseñanza-aprendizaje y de evaluación, también la relevancia de la mayor articulación entre docencia e investigación y de la articulación de la Universidad con el entorno.

Es de resaltar que desde el inicio del proyecto de reflexión curricular hasta el momento han participado en el mismo el Decano y miembros de los 4 (cuatro) programas de pregrado de la Facultad, adicionalmente esta iniciativa tiene el respaldo de la Vicerrectoría Académica. Gracias a esto se está ejecutando el proyecto y se ha definido la estructura curricular de la FIET, se han planteado los procesos de la reflexión curricular y se han obtenido importantes resultados. Es de mencionar que este proyecto ha estado orientado a la realización de acciones concretas para el logro de los objetivos y la consecución de los resultados esperados, considerando el talento humano y los recursos de tiempo e infraestructura que la Universidad posee.

D. Estructura curricular de la FIET

En Fig. 1 se presenta la estructura curricular de la FIET, que se espera alcanzar a través de la reflexión curricular que se está llevando a cabo.

En la parte superior del diagrama se muestran los objetivos educacionales y los resultados de aprendizaje de los programas de pregrado la Facultad. Considerando lo anterior, se determinarán los objetivos educacionales y los resultados de aprendizaje de la Facultad y posteriormente los objetivos educacionales y los resultados de aprendizaje de cada uno de los programas, considerando el marco de Facultad establecido. Igualmente en el diagrama se presenta el entorno interno y externo de la Universidad, que los programas de pregrado de la Facultad deben considerar para determinar y actualizar sus objetivos educacionales y sus resultados de aprendizaje.

Para la FIET, los objetivos educacionales son las competencias que el egresado desarrolla en el ejercicio de su profesión y posee 3 a 5 años después del grado mientras que los resultados de aprendizaje son las competencias que el estudiante aprende durante su proceso de formación y posee el día del grado. Claramente debe existir un mapeo entre los resultados de aprendizaje y los objetivos educacionales de los programas.

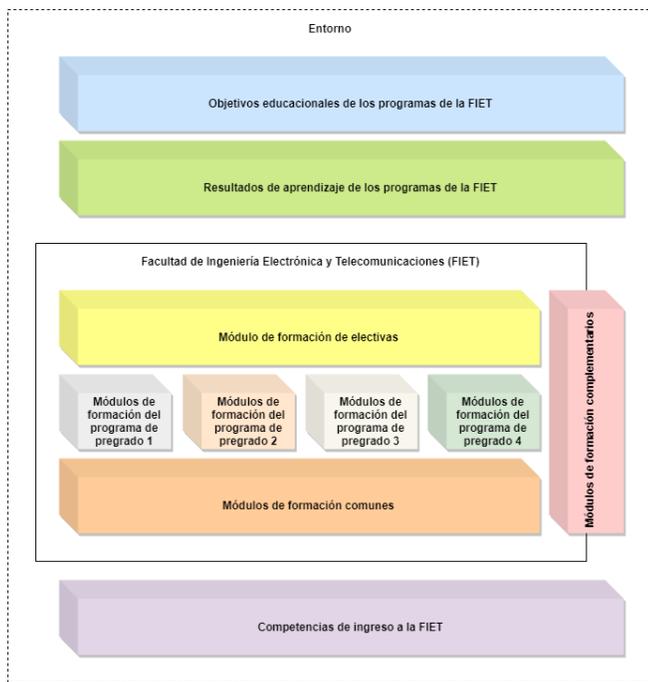


Fig. 1 Estructura curricular de la FIET

En la parte inferior del diagrama se encuentran las competencias de ingreso a la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Cabe destacar que un número significativo de personas aspira a ingresar a las ingenierías de la Facultad, aunque este número ha disminuido en los últimos años, como ha ocurrido en el ámbito nacional e internacional. Por otra parte, anteriormente el proceso de selección se realizaba a través de una prueba de admisión interna pero a partir del primer periodo académico de 2019 el proceso se realiza con base en los resultados de la prueba Saber 11 del ICFES (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.), específicamente según porcentajes asignados a cada una de las áreas de la prueba, que son iguales para todos los programas de pregrado de la FIET.

La estructura curricular de la Facultad también contiene el módulo de formación común, el módulo de formación de electivas y el módulo de formación complementaria, así como los módulos de formación específicos de cada uno de los programas de pregrado de la Facultad. Es de mencionar que el módulo de formación complementaria puede estar compuesto por submódulos de otras disciplinas diferentes a las de la ingeniería. Todos los módulos abarcan cursos y en consecuencia pueden ser mapeados a las áreas de conocimiento y práctica establecidas en la resolución 2773 del 2003 del Ministerio de Educación Nacional (MEN), por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería.

E. Procesos de reflexión curricular de la FIET

La reflexión curricular de los programas de pregrado de la FIET se basa en la norma ISO 9001, específicamente en la

estructura de la norma NTC-ISO 9001 del 2015 para los procesos y en el esquema de los elementos de un proceso. La estructura de la norma plantea el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar), centrado en el liderazgo de la organización y basado en la planeación, el apoyo y la operación, la evaluación del desempeño y el mejoramiento, considera la organización y su contexto, los requisitos del cliente, las necesidades y las expectativas de las partes interesadas pertinentes, así como los productos y servicios y la satisfacción del cliente. Por su parte, el esquema de los elementos de un proceso incluye las fuentes de entrada, las entradas, las actividades, las salidas y los receptores de las salidas.

En la Fig 2. se encuentra el diagrama de la reflexión curricular de los programas de pregrado de la FIET:

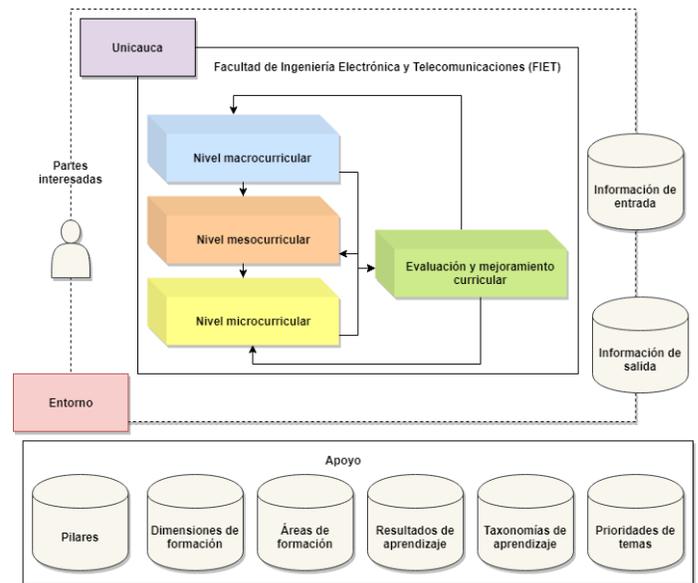


Fig. 2 Reflexión curricular de los programas de pregrado de la FIET

La reflexión abarca 3 niveles: macrocurricular, mesocurricular y microcurricular, así como evaluación y mejoramiento curricular. El nivel macrocurricular corresponde a la determinación de los Fundamentos Académicos de la FIET, el nivel mesocurricular a la reforma de los currículos de los programas de pregrado de la Facultad con base en los Fundamentos Académicos y el nivel microcurricular a la renovación de los cursos de los programas acorde a los cambios realizados en los mismos. Por otra parte, la evaluación y el mejoramiento curricular corresponden a la evaluación y al mejoramiento de los currículos de los programas de pregrado. Estos 4 (cuatro) procesos se comunican entre sí e intercambian información con las partes interesadas pertinentes de la Facultad, de la Universidad y del entorno.

Las partes interesadas son profesores y estudiantes de los programas de pregrado de FIET, también el personal administrativo de la Facultad, la Vicerrectoría Académica y el programa PermaneSer (programa de permanencia y graduación) de la Universidad, así como los egresados y el

sector empresarial e industrial. Es de resaltar que la reflexión curricular tiene el liderazgo de la Decanatura y el apoyo de los coordinadores de los 4 (cuatro) programas de pregrado, además se ha contado con la colaboración de estudiantes de los posgrados de la Facultad para el desarrollo de algunas actividades.

En el diagrama también se encuentran los elementos de apoyo de la reflexión curricular definidos con base en el enfoque CDIO y en la identificación, revisión y análisis de los principales aspectos institucionales y de los programas de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Estos elementos son la base de las actividades llevadas a cabo y corresponden a: los pilares, las dimensiones de formación, las áreas de formación, los resultados de aprendizaje, las taxonomías de aprendizaje y los niveles de prioridad de los temas de un curso. Es de mencionar que los pilares están relacionados con los otros elementos de apoyo.

Los pilares se basan en el enfoque CDIO, son los soportes de la reflexión curricular de la Facultad y se definieron para tener un lenguaje común y facilitar la comunicación entre los miembros de la FIET. Los pilares son: 1. articulación de programas de pregrado entre sí y con el entorno, 2. proceso de formación centrado en el estudiante y en el desarrollo de competencias (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) o resultados de aprendizaje, 2. proceso de enseñanza-aprendizaje basado en la generación de soluciones, 3. adaptación del syllabus, 4. gradualidad de la formación, 5. integración curricular, 6. alineación constructiva y 7. backward design.

Actualmente la Facultad está trabajando en el nivel macrocurricular y a continuación se encuentran los procesos ejecutados, así como sus actividades, entradas y salidas, los resultados logrados y su relación con los elementos de apoyo de la reflexión curricular, con los pilares y con el enfoque CDIO.

V. NIVEL MACROCURRICULAR DE LA FIET

El nivel macrocurricular de la FIET tiene como objetivo la determinación de los Fundamentos Académicos de la Facultad, el cual abarca: el planteamiento de los objetivos educacionales y de los resultados de aprendizaje de la FIET, la identificación de competencias de ingreso a la Facultad y la determinación de los temas comunes de la FIET, por lo que este nivel posee 4 (cuatro) procesos. Es de resaltar que para el logro de las acciones correspondientes se llevaron a cabo actividades de soporte como talleres, reuniones, encuestas y socializaciones y se utilizaron las TIC para motivar y conseguir la participación de los diferentes actores.

A. *Planteamiento de los objetivos educacionales de la FIET*

El planteamiento de los objetivos educacionales de la FIET comprende las actividades: identificación, revisión y análisis de información y competencias de egreso de partes interesadas, y planteamiento de los objetivos educacionales de la FIET

considerando la misión y la visión de Unicauca y la FIET, así como las dimensiones de formación. Las dimensiones de formación se definieron con base en los bloques del syllabus CDIO 2.0 y son: conocimiento disciplinario y razonamiento; habilidades y atributos personales y profesionales; habilidades interpersonales: trabajo en equipo y comunicación; concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en el contexto empresarial, de la sociedad y del medio ambiente - el proceso de innovación.

Es de mencionar que al inicio del nivel macrocurricular se identificaron, revisaron y analizaron múltiples referentes nacionales e internacionales, relacionados con educación y el sector ETI entre los cuales se encuentran: CDIO, ABET, ASIBEI, ACOFI, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), ACM (Association for Computing Machinery), Declaración de Bolonia, UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), Proyecto Tuning América Latina, CNC (Catálogo Nacional de Cualificaciones) del sector TIC, Desafíos 2030 ciencia, tecnología, educación y medio ambiente para Colombia, ICFES (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación), MEN, SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje). Igualmente se revisaron varias empresas internacionales, nacionales y locales, diferentes programas académicos en el área de ETI de otras universidades del país y del exterior, y los perfiles de egreso de los programas de pregrado de la FIET.

Como resultado de este proceso se obtuvieron objetivos educacionales de la FIET que se validaron con las partes interesadas de la Facultad.

B. *Planteamiento de los resultados de aprendizaje de la FIET*

El planteamiento de los resultados de aprendizaje de la FIET abarca las actividades: realización de traducción y ajuste del syllabus CDIO 2.0 considerando el contexto; realización de traducción de los resultados de aprendizaje de ABET; selección de resultados de aprendizaje de la FIET para las áreas de formación; determinación de si los resultados de aprendizaje son enseñados y evaluados, o requeridos o usados por las áreas de formación; revisión de los resultados de aprendizaje de la FIET considerando los resultados de aprendizaje de ABET y el estatuto académico de Unicauca; determinación de la taxonomía adecuada para cada resultado de aprendizaje; determinación del nivel del día del grado de los resultados de aprendizaje de la FIET según las taxonomías de aprendizaje; mapeo de los objetivos educacionales y los resultados de aprendizaje de la FIET.

Es de mencionar que se trabajó con los resultados de aprendizaje de nivel 3 y se consideró apropiado no incluir el tema de operación y certificación del syllabus CDIO 2.0.

Las áreas de formación se definieron con base en la resolución 2773 del 2003 del MEN y son: Ciencias Básicas, Ciencias Básicas de Ingeniería, Ingeniería Aplicada, Formación Complementaria y Electivas.

Por otra parte, una taxonomía de aprendizaje es una clasificación basada en niveles para los resultados de aprendizaje que permite diseñar y evaluar de forma adecuada los objetivos de aprendizaje de los cursos. La taxonomía de Bloom es una taxonomía para los resultados de aprendizaje en el dominio cognitivo o del conocimiento y las habilidades, mientras que la taxonomía de Krathwohl es una taxonomía para los resultados de aprendizaje en el dominio afectivo o de las actitudes y los valores.

En este proceso se realizó la adaptación del syllabus, se consideró la gradualidad de la formación y como resultado se obtuvieron los resultados de aprendizaje de la FIET, que se validaron con las partes interesadas de la Facultad.

C. Identificación de las competencias de ingreso a la FIET

La identificación de las competencias de ingreso a la FIET incluye las actividades: identificación, revisión y análisis de información y competencias de ingreso de partes interesadas e identificación de las competencias de ingreso a la FIET.

Para este proceso se revisaron y analizaron referentes como el ICFES, la OCDE, programas académicos en el área de ETI de otras universidades tanto nacionales como internacionales y los cursos de primer semestre de los programas de pregrado de la FIET.

Como resultado se obtuvieron las competencias de ingreso a la FIET, que se validaron con las partes interesadas de la Facultad.

D. Determinación de los temas comunes de la FIET

La determinación de los temas comunes de la FIET abarca las actividades: identificación, revisión y análisis de información sobre ETI de partes interesadas; realización de ejercicio de vigilancia y prospectiva de temas sobre ETI; comparación de contenidos de cursos de programas de pregrado de la FIET; determinación de los temas comunes de la FIET.

Para este proceso se identificaron, revisaron y analizaron diferentes referentes como empresas internacionales, nacionales y locales, eventos como ANDICOM de CINTEL (Centro de Investigación de las Telecomunicaciones), Colombia 4.0 del Ministerio de las TIC, Héroes Fest de Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, así como el Observatorio de CT de Colciencias, el Observatorio de CTi de Ruta N, el Observatorio de TI de Fedesoft, el Libro Verde 2030 - política nacional de ciencia e innovación, entre otros. Igualmente se revisaron y analizaron algunas plataformas de educación en línea como EDX, Udacity, Miriada X, Coursera, certificaciones y referentes como Gartner, el Foro Económico Mundial, el BID (Banco Interamericano de Desarrollo), entre otros.

Es de resaltar que dada la relevancia del área de ciencias básicas en la ingeniería se conformó un comité de profesores para esta área y se analizaron los cursos de matemáticas y de física de la FIET, se identificaron situaciones y estrategias relacionadas con estos cursos de otras universidades, se revisó

el tema STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Math), así como el estado del arte global de la educación en ingeniería realizado por el MIT.

Como resultado de este proceso se obtuvieron los temas comunes de la FIET en el área de ciencias básicas y temas del sector ETI requeridos actualmente y necesarios para el futuro.

E. Actividades de soporte

Para llevar a cabo los 4 (cuatro) procesos mencionados anteriormente se realizaron reuniones, talleres, encuestas y socializaciones, en los cuales participaron el Decano, jefes de departamentos, comités de programas, profesores y estudiantes de los programas de pregrado, así como profesores y estudiantes de programas de posgrado de la FIET. Es de mencionar que en la Facultad existen 4 (cuatro) departamentos enfocados en disciplinas y no tienen una relación uno a uno con los programas académicos, es decir que un departamento puede brindar servicios a más de un programa de la FIET e incluso a programas de otras facultades.

Entre las actividades se realizaron reuniones con egresados, con líderes y profesores de universidades públicas y privadas del país, y con representantes y miembros del sector empresarial e industrial ETI nacional y regional. Algunas de las preguntas orientadoras que se manejaron y que se buscaron responder en las reuniones llevadas a cabo tanto en Popayán como en otras ciudades del país fueron: ¿cuál debería ser el perfil del egresado de la Facultad 3 a 5 años después del grado?, ¿cuál debería ser el perfil del estudiante de la Facultad el día del grado?, ¿qué temas deberían incluirse en los planes de estudio de los programas de pregrado de la Facultad para lograr un perfil adecuado?, ¿qué alternativas como cursos, certificaciones u otros podría tomar un estudiante y un egresado para lograr un perfil adecuado?. Cabe destacar que las reuniones realizadas fueron efectivas puesto que se utilizaron los recursos disponibles de manera óptima y se lograron los objetivos planteados.

Por otra parte, en coherencia con el proyecto, los talleres se caracterizaron por ser participativos y dinámicos y debido a que no se habían realizado anteriormente requirieron varios esfuerzos de planeación, organización y gestión. En el desarrollo de los talleres se realizaron actividades individuales y grupales, y en este último caso se conformaron equipos de profesores y estudiantes de los diferentes programas para conectar a los miembros de la FIET y tener una visión más completa del proceso de formación.

Para la realización de las encuestas, en primer lugar se sistematizó y se realizó un análisis de la información obtenida en las reuniones y en los talleres, posteriormente se identificaron los grupos de profesores, estudiantes, administrativos, egresados y miembros de la comunidad externa por encuestar, se realizaron las preguntas incluyendo conceptos clave de la reflexión curricular, se determinó el flujo de la información y las condiciones del mismo, así como el método de envío de la encuesta adecuado para cada grupo, se

coniguieron los datos necesarios para involucrar a todos los actores y se realizaron las gestiones correspondientes. También se realizó el montaje de las encuestas, se hicieron pruebas y se procedió al envío de las mismas. Es de mencionar que con el fin de lograr la mayor participación posible se realizaron algunas reuniones específicas para el diligenciamiento de las encuestas y se enviaron recordatorios.

Con respecto a las socializaciones, es importante resaltar que en cada caso se consideró la población objetivo para orientarlas de manera adecuada. Adicionalmente se participó en diferentes eventos de otras universidades y se organizaron actividades para la comunidad FIET.

F. Apoyo tecnológico

Considerando que la reflexión curricular genera resistencia al cambio en profesores, estudiantes y administrativos, que es importante y necesaria la participación activa de las partes interesadas y que se debe tener una comunicación apropiada con todos los actores para motivar, invitar, convocar y difundir fue necesario el apoyo tecnológico, gracias al cual se consiguieron los siguientes resultados relacionados con las TIC: identidad del proyecto, elementos multimedia, sitio web, encuestas y módulo de comparación de contenidos.

Con respecto a la identidad del proyecto, se creó el nombre, el logo y el slogan: FIET New Generation – construyendo juntos una Facultad para el futuro, lo cual fue validado y ajustado con los principales semilleros y grupos estudiantiles, así como con profesores y administrativos de la FIET.

También se realizó la producción, edición y posproducción de videos de invitación del Decano y de la comunidad FIET a ser parte de FIET New Generation, y además se realizaron flyers, banners y elementos gráficos relacionados con la iniciativa.

Por otra parte se desarrolló el sitio web FIET New Generation [18], el cual contiene la información de la iniciativa y los elementos multimedia generados, una línea de tiempo de las actividades llevadas a cabo y un gestor de contenidos configurable que permite el acceso a los documentos y a los archivos relacionados con el proyecto.

Las encuestas se realizaron con base en una aplicación web, se estableció la estructura de las mismas y se determinó el diseño visual apropiado para facilitar y agilizar su diligenciamiento, se programó y se configuró el flujo de información y además se realizaron ayudas interactivas para lograr una mejor comprensión por parte de los encuestados. Es de mencionar que esta plataforma permite realizar seguimiento para alcanzar la mayor cantidad de participantes y generar estadísticas e informes de los resultados.

Por otra parte, el módulo de comparación de contenidos es una aplicación web que compara contenidos de cursos y determina el porcentaje de similitud entre ellos y la relación entre los temas comparados.

G. Validación con partes interesadas a través de encuestas

Se realizaron 10 (diez) encuestas para: profesores de ciencias básicas, ciencias básicas de ingeniería, ingeniería aplicada, formación complementaria, electivas, estudiantes de 1 a 7 semestre, estudiantes de 8 a 10 semestre, administrativos, egresados y miembros de la comunidad externa.

A los profesores de cada área de formación, excepto a los profesores del área de ciencias básicas, se les pidió seleccionar resultados de aprendizaje que según el análisis no se enseñan pero sí se usan y que por tanto sí deberían enseñarse en la FIET, y se les solicitó asignarlos a las áreas de formación que deberían hacerlo. También se les pidió seleccionar los principales resultados de aprendizaje que deberían enseñarse en su área y determinar el nivel que éstos deberían tener el día del grado considerando la taxonomía correspondiente. Adicionalmente se les solicitó determinar los principales temas actuales que deberían incluirse en la FIET y sus aportes personales sobre cómo podrían mejorarse los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Facultad. En estas encuestas las ayudas correspondieron al detalle de los resultados de aprendizaje de nivel 3 que se encuentra en el syllabus CDIO 2.0 adaptado.

A los profesores del área de ciencias básicas se les pidió clasificar las competencias evaluadas en la prueba Saber 11 según el grado de fortaleza de los estudiantes al ingresar a la FIET y determinar el nivel que los resultados de aprendizaje de nivel 2 deberían tener el día del grado considerando la taxonomía correspondiente. También se les solicitó determinar los principales temas actuales que deberían incluirse en la FIET y sus aportes personales sobre cómo podrían mejorarse los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Facultad. En este caso las ayudas correspondieron a los resultados de aprendizaje de nivel 3 que se encuentra en syllabus CDIO 2.0 adaptado.

A los estudiantes de primer a séptimo semestre se les pidió clasificar las competencias evaluadas en la prueba Saber 11 según su grado de fortaleza al ingresar a la FIET, así como identificar los factores que originan las debilidades que ellos tienen. Igualmente se les solicitaron sus aportes personales sobre cómo podrían mejorarse los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Facultad.

A los estudiantes de octavo a décimo semestre se les solicitó determinar el nivel que los resultados de aprendizaje de nivel 2 deberían tener el día del grado considerando la taxonomía correspondiente. También se les pidió determinar los principales temas actuales que deberían incluirse en la FIET y sus aportes personales sobre cómo podrían mejorarse los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Facultad.

A los administrativos se les solicitó clasificar los factores de acreditación institucional asociados a la Facultad según su grado de fortaleza, así como sus aportes personales sobre cómo podrían mejorarse los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Facultad.

A los egresados y a los miembros del sector empresarial e industrial se les solicitó clasificar los objetivos educacionales de

la FIET según su importancia y determinar el nivel que los resultados de aprendizaje de nivel 2 deberían tener el día del grado considerando la taxonomía correspondiente. También se les solicitó determinar los principales temas actuales que deberían incluirse en la FIET y sus aportes personales opcionales sobre cómo podrían mejorarse los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Facultad.

VI. TRABAJO POSTERIOR

En este momento se están analizando las salidas del nivel macrocurricular para tomar decisiones y continuar con el nivel meso y microcurricular, y así conseguir la estructura curricular de la FIET. Igualmente se está revisando la definición de los módulos de formación y la conformación de comités para ellos. Es de resaltar que se seguirá socializando el trabajo realizado al interior de la Facultad y de la Universidad para lograr una activa participación de la comunidad FIET e institucional.

VII. CONCLUSIONES

Tradicionalmente la investigación y la innovación en el ámbito de la ingeniería en el área de ETI se enfoca en las TIC, sin embargo el cambiante mundo globalizado de hoy requiere más investigación e innovación en educación en ingeniería para formar apropiadamente a los ingenieros del presente y del futuro.

En un proceso de reflexión curricular se deben considerar diferentes referentes y fuentes de información, e involucrar a los miembros de la Institución y del entorno.

CDIO favorece un proceso de reflexión curricular innovador, el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, el aseguramiento de la calidad y una formación de ingenieros pertinente. Es un enfoque flexible y abarca el currículo y el programa de manera integral.

Para innovar se debe entender la necesidad, involucrar a las partes interesadas, llevar a cabo un proceso riguroso y obtener la solución más adecuada considerando el talento humano, los recursos que se tienen y el contexto.

La innovación se puede dar en un resultado, en un proceso, en la organización de las personas o en un modelo existente. Innovar es generar valor, es producir impacto en la organización, en la sociedad y en el medio ambiente, por tanto la innovación puede originarse al interior de las organizaciones.

REFERENCIAS

[1] World Economic Forum, "The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond," 14 enero 2016. <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/how-students-can-graduate-qualified-for-fourth-industrial-revolution/>.

[2] World Economic Forum, "¿Qué es la Globalización 4.0 y estamos listos para ello?," 7 noviembre 2018. <https://es.weforum.org/agenda/2018/11/los-forcejeos-de-la-globalizacion-4-0/>.

[3] World Economic Forum, "Centre for the Fourth Industrial Revolution Network," diciembre 2018.

http://www3.weforum.org/docs/WEF_C4IR_Network_2018.pdf.

[4] World Economic Forum, "Se necesitan seres humanos: ¿por qué la automatización no acabará con su trabajo?," 23 enero 2019. <https://es.weforum.org/agenda/2019/01/se-necesitan-seres-humanos-por-que-la-automatizacion-no-acabara-con-su-trabajo>.

[5] World Economic Forum, "Qué significarán los próximos 20 años para el empleo, y cómo prepararse," 23 enero 2019. <https://es.weforum.org/agenda/2019/01/que-significaran-los-proximos-20-anos-para-el-empleo-y-como-prepararse>.

[6] World Economic Forum, "These are the 10 most in-demand skills of 2019, according to LinkedIn," 14 enero 2019. <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/the-hard-and-soft-skills-to-futureproof-your-career-according-to-linkedin>.

[7] World Economic Forum, "5 things to know about the future of jobs," 17 septiembre 2018. <https://www.weforum.org/agenda/2018/09/future-of-jobs-2018-things-to-know>.

[8] Revista Semana, "¿Qué es la cuarta revolución industrial y por qué va a cambiar a la educación?," 25 enero 2019. https://www.semana.com/educacion/articulo/cuarta-revolucion-industrial-una-reforma-para-el-sistema-educativo/599090?fbclid=iwar1ptkgld46_ywtoad7nnzgd19whfiocf_m3p3h7mifszqof44n9canuyyc.

[9] World Economic Forum, "5 ways students can graduate fully qualified for the Fourth Industrial Revolution," 16 enero 2019. <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/how-students-can-graduate-qualified-for-fourth-industrial-revolution/>.

[10] CDIO, "CDIO," <http://www.cdio.org/>.

[11] E. F. Crawley, J. Malmqvist, S. Östlund, D. R. Brodeur y K. Edström, *Rethinking Engineering Education*, Switzerland: Springer, 2014.

[12] ABET, "ABET," <https://www.abet.org/>.

[13] 42, "42," <https://www.42.us.org/>.

[14] Universidad de los Andes, "Modelo de Diseño Curricular - Ingeniería de Sistemas y Computación," abril 2011.

<https://sistemas.uniandes.edu.co/images/ISIS/disenCurricular.pdf>.

[15] A. Gonzalez, D. Barrera, M. P. León, M. Curiel y L. D. Prieto, "Student success: on the need for a new standard," 2 julio 2018. http://www.cdio.org/files/document/file/183_Final_PDF.pdf.

[16] CONFEDI, ACOFI, "Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería: experiencias en América Latina," julio 2018. http://www.laccei.org/confedi/Aseguramiento_CONFEDI_ACOFI-baja.pdf.

[17] Universidad del Cauca, "Universidad del Cauca," www.unicauca.edu.co.

[18] Universidad del Cauca, "FIET New Generation," <http://www.unicauca.edu.co/fietnew>.