



# EDUCACIÓN ENERGÉTICA: PROPUESTA TRANSVERSAL EN EL CURRÍCULUM DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Diana Castañeda Vargas, Edwin Forero García

Universidad Santo Tomás  
Bogotá, Colombia

## Resumen

Uno de los mayores retos de la humanidad es lograr un uso del recurso energético de forma limpia y eficiente. Para lograr este propósito no solo se debe esperar a que los gobiernos, la industria y los desarrollos científicos-tecnológicos resuelvan la problemática. Cada uno de nosotros debemos tomar consciencia de que todas nuestras actividades terminan en un impacto positivo o negativo para el planeta. En este contexto la educación es uno de los actores con mayor responsabilidad en el cambio que se requiere a nivel energético.

En la actualidad la educación se enfrenta al desafío de encontrar la ruta y las mediaciones para apropiar aprendizajes conscientes en los estudiantes en general, sin embargo, en este trabajo enfocaremos la educación energética en el currículo y su injerencia en aprendientes de Ingeniería Electrónica en el foco o vórtice de apropiación en la temática de uso racional y eficiente de recursos energéticos, y todas las relaciones complejas que se vinculan a este aprendizaje transversal en la malla curricular apoyados en la visión de CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar).

**Palabras clave:** educación energética; CDIO; electrónica; currículo

## *Abstract*

*One of the greatest challenges of mankind is to achieve a clean and efficient use of energy resources. To achieve this, not only must governments, industry and scientific-technological developments be expected to solve the problem. Each of us must be*

*aware that all our activities end up having a positive or negative impact on the planet. In this context education is one of the actors with greater responsibility in the change that is required at the energy level.*

*At present, education faces the challenge of finding the route and mediations to appropriate conscious learning in general students, however, in this work we will focus on energy education in the curriculum and its relationship in electronic engineering learners in the focus or appropriation vortex in the theme of rational and efficient use of energy resources, and all the complex relationships that are linked to this transversal learning in the curriculum mesh supported in the vision of CDIO (Conceive, Design, Implement and Operate).*

**Keywords:** *energetic education; CDIO; electronic; curriculum*

## 1. Planteamiento

En la actualidad existe como reto encontrar forma y mediaciones para apropiar aprendizajes conscientes en los estudiantes en general, sin embargo, este trabajo se enfocará en aprendientes de Ingeniería Electrónica y en foco o vórtice de apropiación en la temática de uso racional y eficiente de la energía, y todas las relaciones complejas que se vinculan a este aprendizaje transversal en la malla curricular. El creciente consumo energético ha llevado a la intervención de la Ingeniería Electrónica para el control de flujos de potencia y la eficiencia de los elementos finales de consumo. Como estrategia se proponen mediaciones educativas orientadas a la responsabilidad ambiental de las aplicaciones de esta disciplina. La manera propuesta para conseguir este propósito es a través de sugerencias de educación energética insertada en el currículo y en la puesta en marcha de proyectos de investigación de la línea de Sistemas de Energía Eléctrica, que permitan el desarrollo sustentable de esta Facultad.

## 2. Contexto de Trabajo

La Facultad de Ingeniería Electrónica, de la Universidad Santo Tomás (USTA), ofrece, en su programa académico de pre-grado, un perfil profesional “orientado hacia la optimización y uso eficiente de los recursos en un mundo globalizado, con responsabilidad ambiental, compromiso social y cultura investigativa” (Facultad Ingeniería Electrónica). Dentro de sus actualizaciones curriculares, la Facultad ha realizado grandes avances en temas de energías renovables y ha propiciado espacios de investigación sobre las mismas. A pesar del esfuerzo aún es insuficiente la generación de metodologías en sus procesos educativos transversales en términos de educación energética. Estas metodologías deberán permitir un desarrollo sustentable tanto para la Facultad como para los futuros proyectos de sus egresados.

Este proyecto surge como una iniciativa para impulsar la responsabilidad ambiental de los estudiantes de esta Facultad y su compromiso con el uso racional de energía

en la sociedad colombiana. Este proyecto refuerza los procesos en la creación de profesionales que estén en completa capacidad de “validar procesos, metodologías, diseños y otros, contrastándolos con las respectivas regulaciones, normas y especificaciones de tipo técnico, económico, ambiental y social” (Facultad Ingeniería Electrónica), como reza su perfil ocupacional.

### 3. Propósitos

Dado que el principal propósito de este proyecto es diseñar una propuesta metodológica para inserción de la educación energética de forma transversal en el plan de estudios del programa de Ingeniería Electrónica se dará inicio a su desarrollo estableciendo una estrategia de evaluación de las diferentes políticas, propuestas y casos de éxito internacionales sobre educación energética, esto con el fin de determinar modelos que puedan ser adaptables a la realidad energética que presenta la nación. Ésta estrategia será aplicable en modelos internacionales dado que a nivel nacional esta iniciativa aún no muestra grandes resultados.

El estudio de la malla curricular y los syllabus correspondientes para generar una propuesta en los diferentes espacios académicos, al interior del programa de Ingeniería Electrónica, permitirá determinar los alcances de las estrategias energéticas que se desarrollen. Dicho estudio trabajará de la mano con una metodología, a diseñar, para dar a la educación energética una transversalidad en todas las áreas, núcleos y espacios académicos de la Facultad de Ingeniería Electrónica partiendo de la visión CDIO.

### 4. Panorama Educativo

Buscar soluciones a los problemas medioambientales globales ha sido razón para la producción de una amplia cantidad de protocolos, convenios y declaraciones a nivel internacional, orientados siempre a la regulación de emisión de gases y el control del trabajo con químicos y sustancias radioactivas.

A partir de las metas propuestas en el protocolo de Kioto, orientadas a reducir la emisión de CO<sub>2</sub>, se planteó que el suministro y uso de los recursos energéticos deben supervisarse para que se den de forma segura y sostenible. Para lograr dicho objetivo se sugirió a las naciones presentes que iniciaran una reforma educativa para que las nuevas generaciones fueran educadas con mayor conciencia en cuanto al uso de la energía, las naciones que lo hicieron establecieron la educación energética.

La Comunidad Europea es una gran precursora de la educación energética, esto dado que sus fuentes energéticas operan con recursos que deben ser importados de países de Asia y África, entonces, además de que la demanda energética crece de forma descontrolada, la producción de ésta es muy costosa y contaminante. Teniendo en cuenta la independencia de cada nación en cuanto a sus leyes y protocolos educativos, la comunidad inició la inserción de la responsabilidad energética en los

diferentes procesos educativos, sin embargo el programa no brindó los frutos a corto plazo deseados y fue perdiendo fuerza en las naciones más industrializadas, entre los países que conservaron y fortalecieron está propuesta está Noruega, que implementó proyectos para suministrar a maestros y estudiantes el material más completo y actualizado de energía y medio ambiente, se preocupó por dar formación técnica a sus docentes para prepararlos para la reforma educativa que planteaba la llegada de la educación energética e implementaron el programa de “energía solar en la escuela” que buscaba impulsar la elaboración de paneles solares y sus aplicaciones. (Comisión Europea, 2006)

En Alemania se trabajó un programa que hacía a las escuelas operar con sistemas que sacasen provecho al sol, de allí se realizaba una recopilación de las experiencias exitosas y estas se llevaban a otras instituciones, e incluso se exportaban a naciones amigas, para su aprovechamiento y multiplicación. Esta iniciativa tuvo gran éxito en Rathenow, ciudad alemana, donde se estableció una Agencia de Energía que se convirtió en el símbolo alemán para representar la lucha contra la contaminación del medio ambiente y el consumo irresponsable de energía. Polonia, Holanda, Irlanda y España son otros miembros europeos que han presentado casos de éxito en la inserción de la educación energética a sus procesos educativos.

En Oceanía fue Australia quien implementó de forma exitosa el programa de educación, lo lograron por medio de dos libros: para los niveles de primaria crearon “El sol, la energía y nosotros” y “Energía, tecnología y sociedad” para secundaria. Como resultado el país obtuvo una generación de alta conciencia energética que desembocó en la conexión de sistemas fotovoltaicos a la red de conexión de las escuelas de Sidney.

El continente asiático se destaca por los procesos implementados en India, que si bien basa su economía en la exportación petrolera, ha demostrado alta preocupación por los efectos que ésta actividad representa para el mundo. La principal amenaza que llevó a la India a implementar la educación energética fue la posibilidad de una escasez de petróleo, siendo una nación tan rica en este recurso temieron que la sobreexplotación a la que han sometido a su territorio desembocara en una carencia del mismo y entonces sus reservas petroleras para generar la energía de la nación se verían vacías.

Para América la estrategia es completamente diferente, mientras en Europa se pensó en un inicio unificar los esfuerzos para la implementación del modelo educativo, en América fue otra la realidad. La geografía, la política interna, los niveles de pobreza, los altos índices de población que no llega a acceder nunca a los niveles más básicos de educación y otros factores hacen relativamente imposible la unificación de los procesos educativos entre naciones. No existe un punto de comparación entre el programa de educación energética que se da en los Estados Unidos, donde se da enfoque al uso de la energía en procesos de industrialización, frente al que se da en la República Cubana, donde se busca un ahorro de energía pensando siempre en el máximo desempeño de los recursos que tiene la isla.

Entre los 35 países del continente americano quienes resaltan en ésta iniciativa son Chile, Brasil, Estados Unidos y Cuba, siendo ésta última la más antigua en implementar la educación energética como política nacional. Cuba es considerada una cuna de los procesos educativos de alta calidad y, enfrentados al bloqueo económico que impuso sobre ella Estados Unidos y a la caída del bloque soviético, se vio en la necesidad de generar su propio sistema energético que le permitiera sostenerse con combustibles fósiles, energía solar y eólica, este sistema funcionó como primera opción de generación energética hasta que la República Venezolana inició el envío de combustible petrolero a la isla. Sin embargo todos aquellos años en los que la electricidad dependió de estas energías alternativas sirvieron para involucrar a la población cubana en los procesos de generación y crear en la misma comunidad una educación energética que no solo se encuentra en las aulas sino que viene ya dado por tradición generacional. (Bosque-Suárez, 2014)

Colombia, aun siendo un gran generador de energía, carece de un programa establecido de educación energética. Entre los primeros intentos de fomentar en la población un uso racional y eficiente de energía (URE) se lanzó la ley 697 de 2001, en la que se establece que “el Ministerio de Minas y Energía, será la entidad responsable de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía” (Congreso de Colombia, 2001). El ministerio dio alarque al cumplimiento de la misma y para el 2010 se expedía la resolución 180919 “por la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, PROURE, se definen sus objetivos, subprogramas y se adoptan otras disposiciones al respecto” (MME, 2010). Han sido éstos los más grandes avances del gobierno de fomentar una educación energética en la nación, sin embargo se consideran débiles e insuficientes para un país cuya producción energética se basa en recursos naturales y que a la fecha ha afrontado dos crisis por falta de los mismos: la primera entre 1992 y 1993 y una segunda entre 2015 y 2016.

Tras la segunda guerra mundial surgió una percepción colectiva de problemáticas a las que se esperaba que la ingeniería diera soluciones, esto conllevó a la búsqueda de nuevas metodologías para la formación de nuevas generaciones de ingenieros que dieran respuesta a las crecientes necesidades de la población mundial.

Preocupados por la brecha entre el conocimiento adquirido y la aplicación del mismo en la vida real, surgió CDIO, una visión de enseñanza generada por las grandes escuelas de ingeniería en países como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Nueva Zelanda y otras más provenientes de Asia y África, que busca generar una coordinación mundial para la enseñanza de la ingeniería (Crawley, *et al*).

El desarrollo de esta visión se inició determinando los conocimientos y aptitudes que todo ingeniero graduado debe poseer, se establecieron cuatro bases: Concebir - Diseñar - Implementar - Operar. Los siguientes años se dedicaron a establecer los criterios sobre los que se evalúa si un estudiante es apto para obtener el título de ingeniero o no lo es, como la capacidad para trabajar en equipo para crear sistemas y productos (CDIO).

## 5. Sustento Teórico

Humberto Maturana define la educación como “un espacio de coexistencia en la biología del amor, debe ser vivido en el placer y alegría de ver, tocar, oír, oler, y reflexionar, que nos torna capaces de ver, oír, oler y tocar todo lo que llega a ser accesible para nosotros cuando tenemos libertad para mirar, y miramos simultáneamente al contexto y a la peculiaridad de la situación en la cual estamos en cualquier instante, y hacemos esto abiertos a relacionar situación y contexto sin temor” (Maturana, 2014). Entonces la educación energética podrá entenderse como proceso de aprender a concebir la realidad de producción y consumo de energía, analizar la justificación de toda acción que requiera de un constante consumo de energía, si se puede justificar como necesario un consumo excesivo entonces la educación energética guiará a la creación de métodos que permitan el aprovechamiento máximo de la energía que se está usando, si no puede ser justificado entonces las bases de esta educación indicarán al sujeto que el uso innecesario de energía representa una pérdida de recursos naturales, una emisión de contaminación innecesaria, entre otras. La educación energética es variante en el tiempo, esto se da por la disminución en los recursos para la producción, entonces el paso del tiempo obligará a que los estatutos sobre los que opera este tipo de educación sean perfeccionados (Gallego Torres, *et al*, 2014).

Se entiende por un programa transversal curricular un esquema temático detallado que se extiende a lo largo de los contenidos programáticos específicos de una asignatura. Los cambios en las realidades sociales, ambientales, políticas y económicas impulsan cambios de tipo transversal en los procesos académicos afines con las problemáticas surgidas (Asesores, 2017).

La ley 691 de 2001 establece los siguientes conceptos, necesarios para entender la puesta en marcha de procesos de promoción del uso racional de la energía en el país (Congreso de Colombia, 2001):

Uso racional de energía: que se define como el uso óptimo de todo proceso de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de energía.

Desarrollo sostenible: desarrollo de actividades energéticas que permitan una elevación en la calidad de vida y el bienestar social sin que se implique la escasez de los recursos que las generan para así garantizar que futuras generaciones puedan usarlos para satisfacer sus necesidades.

Fuentes no convencionales de energía: todas aquellas fuentes que son ambientalmente sostenibles pero que no son de uso en el país ni comercializadas en el mismo.

La iniciativa CDIO presenta un nuevo modelo educativo que fortalece las bases de la ingeniería: Concepción - Diseño - Implementación - Operación; es presentada a las instituciones educativas como un modelo que puede ser adoptado y adaptado de acuerdo las bases de formación propias de la institución. Los objetivos que sigue esta iniciativa son: (CDIO)

1. Para estudiantes: educación en el dominio profundo y amplio de los fundamentos técnicos.
2. Para ingenieros: educación en liderazgo para la creación y operación de nuevos productos y servicios.
3. Para futuros investigadores: educación para la comprensión de la importancia y valor estratégico de su trabajo.

CDIO facilita los canales para intercambio de recursos entre las instituciones que hacen uso de ella, por tanto, las instituciones adscritas procuran generar metodologías y material educativo, para así mantener una constante evolución del método educativo.

## 6. Método y Estrategias

Sabiendo que la Facultad de Ingeniería Electrónica ha establecido una distribución académica en áreas, núcleos y espacios académicos, se realizará la revisión de los syllabus de cada espacio académico perteneciente a los núcleos de todas las áreas propias de la Facultad.

La revisión se hará concretamente en la sección de relación de competencias con las dimensiones de la acción humana, enunciamiento de las unidades temáticas, determinación de las estrategias didácticas que se usarán a lo largo de la materia y las estrategias evaluativas que se aplicarán.

SEMANA/ SESIÓN	COMPETENCIA	GENÉRICA (G)/ ESPECÍFICA (E)		COMPRENDER	OBRAR	HACER	COMUNICAR	UNIDADES TEMÁTICAS / EJES TEMÁTICOS/ CONTENIDOS	ESTRATEGIA(S) DIDÁCTICA(S)	ESTRATEGIA(S) EVALUATIVA(S)
		G	E							

Figura 1. Sección de relación de competencias.

A ésta sección se agregará un espacio en el que se establecerán las respectivas estrategias energéticas de acuerdo a la competencia descrita.

## 7. Análisis y Conclusiones de la implementación

La interacción directa con el currículo permite la intervención de actividades puntuales y concretas en aulas y en trabajo independiente de estudiantes. Se plantea evaluar toda actividad realizada desde el punto de vista energético, lo que permite tomar consciencia de los consumos mínimos aun dentro de dispositivos electrónicos con considerables avances tecnológicos. Además, se prepara al futuro profesional para

considerar criterios de selección y utilización no solo desde disertaciones de eficacia, sino también teniendo en cuenta impactos previos y futuros.

SEMANA/ SESIÓN	COMPETENCIA	GENÉRICA (G)/ ESPECÍFICA (E)		COMPRENDER	OBRAR	HACER	COMUNICAR	UNIDADES TEMÁTICAS/ EJES TEMÁTICOS/ CONTENIDOS	ESTRATEGIA(S) DIDÁCTICA(S)	ESTRATEGIA(S) EVALUATIVA(S)
		G	E							
1	<p>Conocer la arquitectura interna de un procesador digital de señales TMS320F28335 y distinguir con cual arquitectura está construido y las diferencias entre Microcomputador, microcontrolador y procesador.</p> <p>Conocer de manera general conceptos sobre señales en tiempo continuo y discreto.</p>	X		X				<p><b>Teoría:</b> 3.1. Introducción al procesamiento digital de señales 3.1.1. Tiempo Discreto, Tiempo Continuo, aplicaciones <b>Práctica:</b> 1.1. ¿Qué es un microprocesador? 1.1.1. Arquitecturas CPU, ALU de un microprocesador 1.1.2. ¿Qué es un Microcomputador? 1.2. ¿Qué es un Microcontrolador? 1.3. ¿Qué es un Procesador Digital de Señales? 1.4. ¿Qué es un DSC "Controlador Digital de Señales"? 1.5. ¿Qué es un DSC "Controlador Digital de Señales"? 2.1. Diagrama de bloques CPU, ALU, FPU 2.2. Estructura interna de buses DMA 2.3. Pipeline 2.4. Mapa de memoria</p>	Clase magistral, lectura previa, artículos y documentos pertinentes	Quices o puntos acumulables y canjeables por nota a las preguntas realizadas en clase y bien contestadas.

Figura 2. Dimensiones de la acción humana, competencias, contenidos y estrategias pedagógicas a desarrollar.

COMPETENCIA	...	ESTRATEGIA(S) ENERGÉTICA(S)
<p>Conocer la arquitectura interna de un procesador digital de señales TMS320F28335 y distinguir con cual arquitectura está construido y las diferencias entre Microcomputador, microcontrolador y procesador.</p> <p>Conocer de manera general conceptos sobre señales en tiempo continuo y discreto.</p>	...	<p>Comparación de los dispositivos para determinar cuál de ellos presenta un funcionamiento con mayor eficiencia ante operaciones similares.</p> <p>Investigación de sistemas que generen mayor eficiencia de trabajo en los dispositivos de estudio sin requerir un mayor gasto de energético.</p> <p>Establecer costos energéticos y ambientales de la fabricación de los dispositivos.</p> <p>Considerar tiempos de vida e impactos ambientales de su utilización y posterior desintegración</p>

Tabla 1. Estrategia energética planteada para la competencia.

La implementación de estrategias de educación energética de forma transversal al currículo en ingeniería electrónica motiva al docente a ser creativo e innovador en la forma y en fondo de la actividad educativa, además, permite al estudiante

cuestionarse e indagar facilitando la comprensión y profundizar en mayor medida su aprendizaje como ingeniero.

## 8. Referencias

- Asesores del PESEGPA, (2017) ¿Qué son los temas transversales? Consultado en [http://paideia.synaptium.net/pub/pesegpatt2/tetra\\_ir/index\\_bis.htm](http://paideia.synaptium.net/pub/pesegpatt2/tetra_ir/index_bis.htm)
- Bosque-Suárez, R. (2014). El estado del arte de la educación ambiental y energética en las universidades de ciencias pedagógicas en Cuba. VARONA, (58), 67 -77. Consultado en <http://www.redalyc.org/pdf/3606/360634165008.pdf>
- Castro Montaña, J. (2012). Argumentos para una educación energética en Colombia: entre lo planetario, lo contextual y la no transferencia. Revista Educyt, Extraordinario, 41 - 67.
- CDIO: Una Nueva Visión para la Educación en Ingeniería – CDIO en Chile. Consultado en <http://www.cdio.cl/cdio-a-new-vision-for-engineering-education>
- Comisión Europea, D. (2006). Educación energética: enseñar a los futuros consumidores de energía. Consultado en <http://www.managenergy.net/download/education2005/05-0001-ES.pdf>
- Congreso de Colombia. (2001). LEY 697 DE 2001. Bogotá D.C.
- Crawley, E., & Waitz, I. Educational Transformation through Technology at MIT - CDIO. Consultado en <http://web.mit.edu/edtech/casestudies/cdio.html>
- EcuRed. (2017). Educación energética. Consultado en [https://www.ecured.cu/Educaci%C3%B3n\\_energ%C3%A9tica](https://www.ecured.cu/Educaci%C3%B3n_energ%C3%A9tica)
- Facultad Ingeniería Electrónica. Perfil ocupacional. Consultado en <http://facultadingenieriaelectronica.usta.edu.co/index.php/ingenieria-electronica/presentacion-informacion-del-programa#perfil-ocupacional>
- Facultad Ingeniería Electrónica. Perfil profesional. Consultado en <http://facultadingenieriaelectronica.usta.edu.co/index.php/ingenieria-electronica/presentacion-informacion-del-programa#perfil-profesional>
- Gallego Torres, A., and Castro Montaña, J. (2014). Sobre el rol innovador de la educación energética para la investigación en ingeniería. Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 19(2).
- Maturana, H. (2014). Transformación en la convivencia. Buenos Aires, Argentina: J. C. Sáez Editor.
- Ministerio de Minas y Energías. (2010). Resolución 180919 de 2010. Bogotá D.C

## Sobre los autores

- **Diana Castañeda Vargas:** estudiante de pregrado de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás. [dianacastanedav@usantotomas.edu.co](mailto:dianacastanedav@usantotomas.edu.co)
- **Edwin Forero García:** Ingeniero Electricista, Magister en Ingeniería Área Ingeniería Electrónica, estudiante Doctorado en Educación Universidad de la

Salle Costa Rica, docente tiempo completo Universidad Santo Tomás:  
edwinforero@usantotomas.edu.co

---

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

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)