



Una formación de calidad  
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias  
15 al 18 de Septiembre de 2015

# LA FORMACIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL Y LA ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

María Esperanza López Castaño, Moisés Felipe Rojas Mora

Universitaria Agustiniana  
Bogotá, Colombia

## Resumen

El texto relacionado a continuación hace referencia a tres lineamientos importantes en la formación para el desarrollo sostenible, uno de ellos es la experiencia vivida desde las asignaturas claves de la Ingeniería Industrial para afrontar la sostenibilidad, el segundo lineamiento tiene que ver con los retos que debe afrontar el ingeniero industrial frente a los cambios sociales y ambientales; también se trabajará el tema de los escenarios académicos y proyectos de aula y el aporte de éstos a la formación ingenieril. Por lo anterior se hace necesario indagar con diferentes fuentes sobre la situación actual en la formación universitaria en la Ingeniería Industrial, el diseño de metodologías que aporte a desarrollar las competencias, habilidades y concienciación para afrontar los desmandes actuales con el medio ambiente, la protección de la comunidad, el desarrollo sostenible y la buena práctica profesional, de la misma manera ver como desde las experiencias adquirida en las aulas a través de los trabajos y proyectos elaborados en las diferentes asignaturas, encontrar oportunidades que fortalezcan el proceso formativo del Ingeniero.

**Palabras clave:** sustentabilidad; innovación; ingeniería

## Abstract

*The threaded text makes reference to three important information on education for sustainable development, one of them is the experiences of the key themes of engineering industry to deal with sustainability, the second d the challenges faced by social change and the environmental; The issue of academic scenarios and projects of classroom and its contribution to the training of engineering will also work. It is therefore necessary to investigate with different sources on the current situation in university education in industry engineering, design methodologies to develop the competencies, skills and knowledge to deal with them the current challenges to the environment, the*

*protection of the community, sustainable development and good professional practice, the same way to see from lessons learned in the classroom through the work and projects developed in the different subjects find opportunities that strengthen the learning process of the engineer.*

**Keywords:** *sustainability; innovation; engineering*

## 1. Introducción

El desarrollo sostenible es un tema que está muy de moda en el mundo y frente a ésta temática se plantean acciones, estrategias, acuerdos e incluso leyes en el tema del medio ambiente en los diferentes países, sin embargo no ha sido suficiente todas estas acciones, cada vez más encontramos problemáticas en el control de la contaminación ambiental, el desarrollo económico (la pobreza) y el desorden y la descomposición social.

Según Epstein, "para responder de manera efectiva a los intereses ambientales, los líderes de negocios necesitan una manera de pensar sobre los impactos ambientales" (Capítulo 1, pg. 1); Pero ¿Cómo integrar esos impactos ambientales a los procesos de toma de decisiones en las organizaciones y proyectos como estudiantes y futuros ingenieros?

Con éste documento se busca una aproximación a los referentes para el desarrollo sustentable involucrados en los planes de estudio ofertados para los estudiantes de Ingeniería Industrial, también ilustrar como desde los trabajos en campo desarrollados por los estudiantes se puede despertar ese interés por aportar al desarrollo económico, la descontaminación del medio ambiente y la construcción de una mejor sociedad.

## 2. Antecedentes en la formación para el desarrollo sostenible

A nivel mundial ya se experimenta una gran preocupación por trabajar en temas que favorezcan el desarrollo sostenible y es por ello que se han puesto de moda los términos sostenibilidad y sustentabilidad, estos términos se definen como el buen manejo que se da a los recursos para satisfacer las necesidades del presente sin que se comprometa las necesidades de futuras generaciones, lo que significa que no se debe agotar los recursos que existen actuales porque no se dejará recursos para satisfacer las necesidades de nuestros descendientes.

Desde el escrito de Kaveh Zahedi y Eduardo Gudynas En su artículo "ETICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. AMERICA LATINA FRENTEAL DEBATE INTERNACIONAL" se visualiza que el interés por del desarrollo sostenible inicia en el año de 1970 debido a la difusión de la temática ambiental, sin embargo para que exista sostenibilidad se hace necesario involucrar además del tema medio ambiental, temáticas de orden político, económico y social.

En diversos países europeos, americanos y también en Colombia, existe un sin número de programas, documentos, artículo y en general escritos encaminados a concienciar a la humanidad en temas que orientan hacia un mejor aprovechamiento de los recursos, entre otros, el reciclaje, ahorro de energía, ahorro de agua, la no contaminación del medio ambiente etc.

De igual manera existe y debe existir esta preocupación en las diferentes instituciones de educación, sin duda alguna con mayor relevancia en las instituciones de educación superior y particularmente en los programas de ingeniería, pues son éstos programas académicos los que tienen que ver con la transformación de los recursos y en éste sentido se debe formar al profesional con especial cuidado en temas que tienen que ver con la sostenibilidad.

Según el artículo publicado por la revista DELOS de la Universidad estatal de Sonora “El desarrollo sustentable y el ingeniero industrial de la Universidad Estatal de Sonora” en México, escrito por Aldo Efraín Holguín Estrada, se dice que estamos obligados a buscar el desarrollo sustentable, no sólo por las normas nacionales e internacionales que nos rigen, sino por el futuro que nos demanda un mayor compromiso con la sociedad, la educación, la economía, el gobierno y, sobre todo, nuestros hijos, esta afirmación es completamente válida allí y en cualquier parte del mundo porque a la larga quien será sino nuestra descendencia la que afrontará las consecuencias.

El artículo mencionado anteriormente muestra como desde la misma Universidad existe ésta gran preocupación por trabajar en la búsqueda de la sostenibilidad y la sustentabilidad. Al evaluar la misión y objetivos de diferentes instituciones de educación superior que imparten la formación en Ingeniería Industrial en el entorno nacional e internacional, se encontró que varias de ellas coinciden en formar profesionales comprometidos con la productividad y sostenibilidad del país.

Según la publicación realizada por la Academia Panamericana de Ingeniería en la ciudad de México denominada “código de ética” (2006), la cual tiene en cuenta aspectos del desarrollo sostenible y el medio ambiente, así como el esfuerzo de asegurar que las prácticas o mecanismo utilizados para generar un producto, proceso o servicio, sean de calidad y no afecten los espacios naturales. Este documento se torna interesante toda vez que permite tratar tema que sin lugar a dudas tienen que ver con la sostenibilidad y sustentabilidad, temas que deben ser de interés y que están atados a la ética de todo profesional en ingeniería debe atender.

La facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar en Guatemala publicó en el boletín Electrónico No. 10 presenta el documento “LA FORMACIÓN DEL INGENIERO EN EL SIGLO XXI”, escrito por el Lic. Jorge Rodríguez Mahuad, éste documento referencia diferentes temáticas relacionadas con la sostenibilidad y la sustentabilidad entre otros está la globalización, deterioro del medio ambiente, valor estratégico del conocimiento y concluye mediante el título que ha llamado la PROBLEMÁTICA GENÉRICA que será necesario ir caminando hacia un desarrollo sustentable (con equidad social) y que un aspecto que demandará cada vez más del talento ingenieril, manejado en equipos

interdisciplinarios, tiene que ver con los aspectos del medio ambiente. El modelo industrial no será maximizar rentabilidad, sino el retorno sustentable.

### **3. Los cambios sociales y ambientales, retos que debe enfrentar la ingeniería**

El término desarrollo sostenible es utilizado en diferentes entornos, el estado, las empresas, instituciones educativas y la Organización de las Naciones Unidas entre otras, sin embargo hoy no se muestra un interés real que permita combatir las consecuencias de los malos manejos en términos de medio ambiente, manejo económico y cordura de la sociedad, no es suficiente con un compromiso parcial, se hace urgente y necesario que toda la humanidad tome conciencia de los gran problemática a la que nos enfrentaremos si no tomamos conciencia de hacer el cambio de actitud frente a la necesidad de transforma ese pensamiento egocentrista y despreocupado por mejorar las condiciones habitacionales del planeta y por ende las de futuras generaciones.

En el estudio del Banco Mundial, 2006, sobre el estado del medio ambiente y la gestión ambiental en Colombia, se ha recomendado al país dar mayor prioridad en combatir la contaminación del aire en los grandes centros urbanos, en virtud de las consecuencias que está teniendo para la salud de su población. Éste informe no debe representar una alarma sólo para el estado, todos los integrantes de la comunidad Colombiana deberíamos interesarnos en encontrar y proponer soluciones que permitan combatir tanto la contaminación del aire como la de los demás sistemas que integran el desarrollo sostenible.

Para conocer más a profundidad sobre el tema de los cambios sociales y ambientales se hace necesario indagar sobre los compromiso hacia la sostenibilidad ambiental, manifestados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural, así como el Ministerio de Minas y Energía en Colombia, también es importante conocer sobre el liderazgo de comunidades académicas que incentivan propuestas en relación a la utilización y reutilización de los recursos. Si el estado busca alianzas con la academia, puede lograr avances significativos en términos de equidad social, protección y descontaminación del medio ambiente, así como el crecimiento económico del país, en otras palabras, esta alianza puede propender por un verdadero equilibrio en el desarrollo sostenible.

Es necesario minimizar los impactos ambientales, Epstein en su libro hace referencia a las 3Rs de la administración ambiental que harían de una sociedad en constante cambio un entorno mucho más sustentable, Reducir, Reutilizar, Reciclar. Los anteriores criterios van encaminados como lo asegura Epstein a " eliminar la producción de todos los desechos mediante el diseño mejorado de productos y procesos" (pág. 31). Desde el rol académico con propuestas ingenieriles ecológicas se puede crear conciencia de generar menos desechos bien sea por campañas de visitas empresariales, desde los hogares, pero en especial desde las propias practicas académicas; A su vez volver a usar lo que todavía mantiene su utilidad, por ultimo enviar a reciclaje lo que no se puede volver a usar y es precisamente en este donde la Ingeniería Industrial desde la academia debe abordar medidas que aporten a la conservación del medio ambiente con responsabilidad social empresarial.

#### **4. El plan de estudio de Ingeniería Industrial y la relación con el desarrollo sostenible**

Es importante rescatar los tres ejes de un modelo formativo sustentable que plantean las autoras Pilar Aznar y María Ángeles Ull Solís en el artículo “La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad” de la universidad de Valencia (2009), el cognitivo, el metodológico y el actitudinal. Durante el proceso educativo de la Ingeniería Industrial, se hace necesario desarrollar contenidos programáticos que permitan al estudiante manejar adecuadamente estos tres ejes en beneficio de un profesional más comprometido con las necesidades actuales de desarrollo y crecimiento de la sociedad y del país.

Un elemento importante que permite al estudiante enfrentar los diferentes retos que impone la sociedad y el mundo globalizado, es incluir dentro de las diferentes asignaturas, ejercicios que lleven al estudiante a la resolución de problemas de tipo ingenieril. Adaptar los conocimientos aprendidos en las aulas para resolver situaciones puntuales preferiblemente de la vida real, conseguirán que los estudiantes se adapten a los cambios y dificultades que el mismo ejercicio plantee en el intento por resolver, de ésta manera el estudiante interiorizará la necesidad de adaptarse a las nuevas exigencias que el mundo le impone frente a sus ojos.

De acuerdo con estudios comparativos entre Universidades nacionales como la Industrial de Santander UIS, Pontificia Bolivariana en Medellín e internacionales como Escuela Técnica Superior de Ingeniería industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú y University of Michigan, se pudo constatar que bien sea en su objetivos o en la misión se involucran intenciones que tiene que ver con el desarrollo sostenible y sustentable, de igual manera se evidenció que comparten temáticas en las diferentes asignaturas que permiten al estudiante desarrollar actitudes frente al compromiso con la sostenibilidad y sustentabilidad, algunos ejemplos de ello están las siguientes asignaturas que hacen parte del plan de estudios de las Universidades antes mencionadas: Resistencia de materiales, Procesos Industriales, Creación de Empresa, Ingeniería de producto, Responsabilidad social y empresarial, Diseño de producto entre otras.

Seguramente que al interior de cada plan de estudios de las diferentes escuelas que forman a los Ingenieros Industriales se encuentran un sin número de asignaturas que reflejan el trabajo y prácticas que permiten a los estudiantes desarrollar habilidades y competencias en términos de la sostenibilidad, sin embargo se debe resaltar que el reto de las instituciones es elevar los niveles de educación que permitan a los profesionales desarrollar bienes y servicios que no demanden mayores recursos naturales, así mismo que la producción sea cada vez menos contaminante, de ésta manera se genera producción y patrones de consumo más sostenibles. Cumplir con este reto depende del compromiso que asuman los directivos, profesores y estudiantes dentro de las instituciones.

Ahora bien, en términos de la formación ingenieril, el interrogante que deberíamos hacernos es:

¿Desde la academia hay claridad en cuanto a las temáticas, principios y el compromiso que debe asumir el estudiante de Ingeniería Industrial con respecto al desarrollo sostenible?

## **5. Metodología aplicada desde la academia en los procesos de formación tendientes a apoyar el desarrollo sostenible, Universitaria Agustiniiana**

Es importante reconocer que el estudiante tiene mucho por aportar a esta temática del desarrollo sostenible, sólo necesita de una adecuada orientación y acompañamiento desde la academia para que logre desarrollar a profundidad esa creatividad e innovación que en algunos momentos se queda invernando muy dentro de sí.

De acuerdo con las experiencias vividas en la Universitaria Uniagustiniana, la metodología a seguir para desarrollar proyectos tendientes a mejorar las condiciones medioambientales, la re-utilización de materiales y en general proyectos tendientes a apoyar el desarrollo sostenible es la siguiente:

- **Definición de eventos académicos para el periodo**

Con base en la planificación la decana de la Facultad de ingenierías en conjunto con el cuerpo docente, definen las actividades a desarrollar para el periodo académico

- **Definición de áreas o asignaturas que participan en eventos académicos**

El consejo académico define conforme a los eventos académicos planificados para el periodo que asignaturas deben participar

- **Definición de temáticas a trabajar en el periodo académico**

El consejo de programa establece los lineamientos y temáticas en las que se deben trabajar los proyectos de asignaturas y los trabajos de grado

- **Selección de proyectos y trabajos a realizar durante el periodo**

Cada docente conforme a las asignaturas, lineamientos y temáticas aprobadas por el consejo de programa presenta los proyectos a trabajar por grupo de estudiantes

- **Planteamiento de ideas para el desarrollo de proyectos.**

El docente establece grupos de trabajo por asignatura y asigna a cada grupo como tarea, presentar tres propuestas de trabajo acordes con los lineamientos y temáticas planteadas por el consejo académico. De estas tres propuestas se elige una, la que más esté acorde con los requisitos establecidos por el consejo, las propuesta elegidas será presentada por el docente al consejo de programa para su debida aprobación y elección.

- **Desarrollo del proyecto**

Los estudiantes con el apoyo del docente y los conceptos aprendidos en diferentes asignaturas, documentan y desarrollan el proyecto que les fue aprobado por el consejo académico.

- **Calificación de los resultados del proyecto**

Al finalizar el periodo y conforme a lo establecido por el consejo de programa, se asigna un jurado calificador que con base en los criterios de funcionabilidad, innovación, recursividad y calidad del proyecto, definen la aprobación o no aprobación de los

resultados, los proyectos ganadores serán expuestos en ferias empresariales o encuentros universitarios conforme a lo definido y planificado por la Facultad. Facultad.

## 6. Resultados

Se pueden plantear diversas ideas que relacionen la Ingeniería con el desarrollo sostenible, sin embargo a este nivel de comprensión, solo se hace posible cuando se desde la estructura curricular del programa se busca trabajar por un mejor país, libre de contaminación y con una sociedad económicamente estable.

En el caso de la Ingeniería Industrial en la Uniagustiniana, existen varias asignaturas que más allá de impartir una teoría, invitan al estudiante a una reflexión y compromiso con el medio ambiente, el desarrollo y crecimiento del país, así como a analizar el papel que debe jugar en la creatividad y desarrollo nuevos productos y servicios que serán puestos en el mercado. Entre éstas asignaturas están las ciencias básicas, procesos industriales, diseño de producto y procesos, emprendimiento y trabajo de grado, desde las cuales se han desarrollado proyectos que buscan poner en práctica los conceptos aprendidos en beneficio del desarrollo sostenible. Para ello se han trabajado los siguientes proyectos:



**Parques para recreación infantil a partir de llantas recicladas**  
Fuente: Archivo fotos Facultad Ingeniería Industrial



**Puff a partir de llantas y botellas Pet**  
Fuente: Archivo fotos Facultad Ingeniería Industrial



**Parque para recreación de mascotas a partir de llantas y botellas Pef**  
**Fuente: Archivo fotos Facultad Ingeniería Industrial**



**Ducha ahorradora de energía y agua**  
**Fuente: Archivo fotos Facultad Ingeniería Industrial**

## 7. Referencias

### Artículos de revistas

- Méndez, Dalys (2007): "Nuevos retos en la formación de ingenieros", Universidad José Antonio Páez (UJAP). Valencia-Estado Carabobo. Venezuela.
- Revista Ciencias de la Educación v.17 n.30
- Jorge Rodríguez Mahuad "La formación del ingeniero en el siglo XXI"- Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar – Guatemala Boletín Electrónico No. 10

### Libros

- Epstein, Marc J. (2000). El desempeño ambiental de la empresa. Ecoe Ediciones Bogotá, D.C., Capítulo 1, pg. 1.

## Fuentes-electrónicas

- UIS. Universidad Industrial de Santander, Facultad de ingeniería Industrial, Plan de estudios, consultada en: [www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/estudiosIndustrialesEmpresariales/programaAcademicos/ingenieriaIndustrial/planEstudios.html](http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/estudiosIndustrialesEmpresariales/programaAcademicos/ingenieriaIndustrial/planEstudios.html)
- Universidad Pontificia Bolivariana UPB, Facultad de Ingeniería Industrial Plan de estudios, consultada en: [www.upb.edu.co/pls/portal/docs/PAGE/GPV2\\_UPB\\_medellin/pgv2\\_m030\\_pregrados/pgv2\\_m030070070\\_industrial/planestudios](http://www.upb.edu.co/pls/portal/docs/PAGE/GPV2_UPB_medellin/pgv2_m030_pregrados/pgv2_m030070070_industrial/planestudios).
- Aznar, P. y Solís, M.A. "La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad", Revista informática. Revista de Educación Instituto de Evaluación. Ministerio de Educación/ San Fernando del Jarama, 14 28002 Madrid. Consultado en: [http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009\\_10.htm](http://www.revistaeducacion.mec.es/re2009_10.htm)
- Código de ética. Academia Panamericana de Ingeniería -23 de junio de 2015. Consultado: [www.academiapanamericanaingenieria.org/Estatutos/codigo\\_etica](http://www.academiapanamericanaingenieria.org/Estatutos/codigo_etica)
- Aldo Efraín Holguín Estrada (2014): "El desarrollo sustentable y el Ingeniero Industrial de la Universidad Estatal de Sonora", Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible. 20 (junio 2014). En línea: <http://www.eumed.net/rev/delos/20/sonora.html>
- UNESCO (2008). Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. Sede de la UNESCO (París). Consultado en: <http://portal.unesco.org/es/>.
- Brunner, José Joaquín (2008): Universidad Siglo XXI: Europa y América Latina. Regulación y financiamiento. Consultado en: <http://mt.educarchile.cl/mt/jjbrunner/>

---

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

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)