

**LA EDUCACIÓN AMBIENTAL, ASPECTOS EN LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA DE LA REGIÓN RIBERREÑA, TAMAULIPAS, MÉXICO.**

DrC. Yoandris García Hidalgo, Lic. Josué Christopher González Garza, MC. Luis Gustavo Rocha Díaz, MrC. Sandra Rubí Castillo Requena.  
[yoandrisgarcia2013@gmail.com](mailto:yoandrisgarcia2013@gmail.com)

**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE LA REGIÓN RIBERREÑA, MIGUEL ALEMÁN  
TAMAULIPAS, MÉXICO.**

17

La educación ambiental en las carreras de ingeniería puede desarrollarse según varias formas más o menos definidas: ya sea con programas separados, en conjunción con otros grados ingenieriles, o bien embebida transversalmente en estos últimos. Por el momento, solo las dos primeras opciones han sido utilizadas, en una mayor o menor medida, con sus ventajas y limitaciones tanto de carácter académico como de percepción de los alumnos o el mercado de trabajo. En el tercer caso, el énfasis está en añadir el componente ambiental al currículo del ingeniero, independientemente de su especialidad (aunque existen ramas donde ello es más relevante, en la industria química); el asunto crucial resulta entonces trasladar los conceptos abstractos relativos a los paradigmas ambientales, en actividades concretas que tengan significado para los estudiantes de ingeniería. Esta ponencia discute las distintas aproximaciones, aun cuando la identificación del modelo óptimo solo pudiera ser realista en el contexto de los distintos sistemas universitarios y culturas profesionales o sociales; y aunque estas se basan, sobre todo, en experiencias nor-occidentales, creemos que son igualmente valiosas en otros contextos, como es en particular el Iberoamericano.

Palabras clave: Educación, Ingeniería, Medio ambiente, Desarrollo sostenible

### **1. Introducción.**

Se ha definido la Ingeniería como "aquella profesión en que los conocimientos de las ciencias matemáticas y naturales, obtenidos por medio del estudio y la práctica, son aplicados con el debido juicio al desarrollo de las vías de utilización económica de los materiales y las fuerzas de la naturaleza, con el propósito último del beneficio de la especie humana" (ABET, 1986). Por otro lado, la Ingeniería es una profesión diversificada, que se ha venido estructurando en diferentes ramas o especialidades, tales como la Civil, Mecánica, Eléctrica, Química y otras, además de nuevas subdivisiones o áreas emergentes.

De la misma forma, el tema de la gestión ambiental se ha incorporado como una estrategia a contemplar por diversas empresas ante la presión social, y en general, puede afirmarse que estamos viviendo una época donde la calidad medioambiental debe tener prioridad en todas las actividades que el género humano realiza. Para tener una idea de cómo ha evolucionado en las últimas décadas la incorporación del tema ambiental en la gestión de las empresas.

Las organizaciones empresariales han pasado de desarrollar en los años 80 sistemas de prevención de la contaminación en el origen y desarrollo de sistemas de gestión de la calidad ambiental, a incorporar en los años 90 el análisis de ciclo de vida en los productos. Se incorpora el diseño para el medio ambiente (que no es más que la incorporación de la variable medio ambiente a las innovaciones tecnológicas del producto) la responsabilidad social y el desarrollo de la industria con procesos más limpios. Así, se llega hasta el presente siglo XXI donde se habla de desarrollo sostenible y la incorporación de medidas medioambientales como un valor añadido en la valorización de las empresas, según Bermejo, R. (2005).

Además, los conceptos de energía y medio ambiente se encuentran íntimamente relacionados: el estilo de vida contemporáneo descansa en una parte sustancial en la posibilidad de consumir cantidades ingentes de energía, cuya producción y uso trae colateralmente una serie de consecuencias de diverso grado sobre el entorno.

Teniendo en cuenta la responsabilidad que tienen directamente los profesionales de la ingeniería en cualquiera de sus especialidades sobre este fenómeno, surge la necesidad de plantearnos dos objetivos:

Por una parte, definir el papel que ocupa el ingeniero en todas las vertientes del desarrollo y la industrialización y por ende en la producción de problemas ambientales relacionados con el deterioro en la calidad de vida.

Por otra, afrontar el gran desafío de cómo diseñar y aplicar sistemas de gestión capaces de fomentar y conciliar tres grandes objetivos que en teoría llevarían al “desarrollo sostenible”: el crecimiento económico, la equidad (social, económica y ambiental) y la sostenibilidad ambiental.

## **2. Desarrollo Sostenible: un concepto ambiguo.**

Sobre éstos últimos objetivos se dan posiciones muy enfrentadas y extremas que conviene describir de forma general, ya que si uno de los grandes desafíos es

incorporar la dimensión “desarrollo sostenible” en la actividad profesional, en primer lugar debemos aclarar lo que significa éste concepto.

Como señalaba hace tiempo, entre otros autores, Mesarovic Mihajlo (1997), la aplicación generalizada y acelerada de las innovaciones científicas y tecnológicas nos han abocado hacia una situación insostenible. Sin embargo, bajo otro enfoque son precisamente esas innovaciones las que nos han de ayudar a superar los problemas actuales en dirección de un progreso continuado.

El objetivo de satisfacer las necesidades básicas y el de utilizar los recursos de forma “sostenible” pareciera estar en conflicto. Como muestra la figura 1, existe una interrelación entre las variables necesidades humanas, consumo energético, repercusiones negativas hacia el medio ambiente y desarrollo sostenible. No se puede intervenir sobre una de estas variables sin afectar el resto.

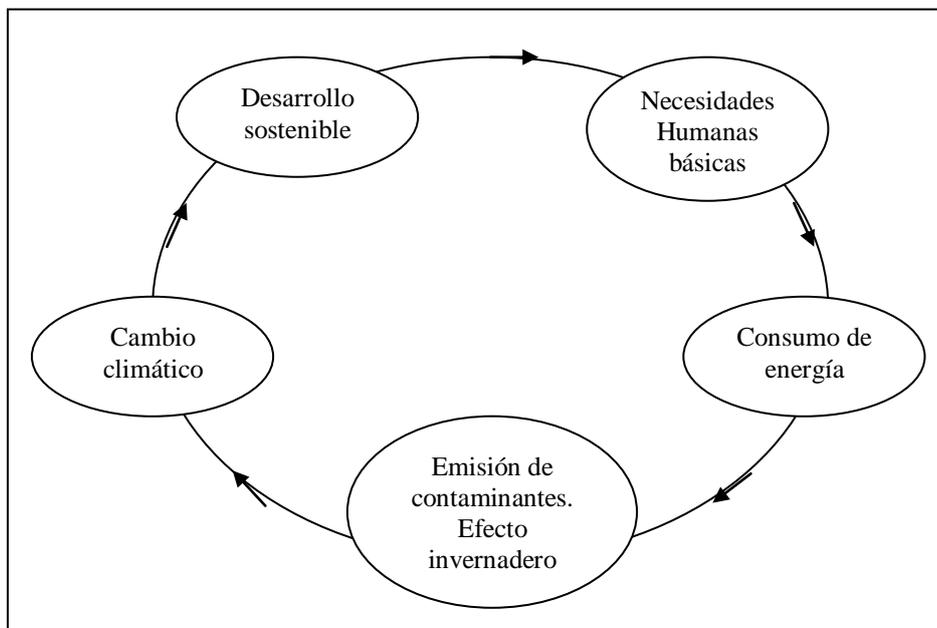


Figura 1: Interrelaciones entre las necesidades humanas – desarrollo sostenible – medio ambiente. Fuente: Mesarovic Mihajlo.

Los obstáculos para diseñar este sistema se presentan por lo menos en tres ámbitos: a) el conceptual, b) teórico y c) práctico.

- a) En relación a los aspectos conceptuales: los mayores obstáculos se encuentran en la falta de consenso y, por tanto, en las múltiples

interpretaciones que existen de los conceptos de “desarrollo sostenible” (en Latinoamérica “desarrollo sustentable”). Ello implica la necesidad de que en cada país, o región se precise qué significa, para los actores participantes en el proceso de gestión, cada término.

b) En relación a los aspectos teóricos, los mayores obstáculos se encuentran en la falta de indicadores para medir el desarrollo sostenible de forma integral. En principio, ninguno de los objetivos del desarrollo sostenible (económico, social y ambiental) se mide actualmente con parámetros compatibles. Los indicadores empleados para cuantificar cada objetivo no tienen un denominador común ni existen fórmulas de conversión universal. El crecimiento económico se mide con indicadores económicos, la equidad se determina bajo parámetros sociales y la sustentabilidad ambiental se determina en términos físicos y biológicos. En consecuencia cada uno de estos objetivos se encuentran en diferentes planos de evaluación.

c) Para resolver el problema práctico de la articulación hay que concebir un proceso de gestión que permita que el hombre – actor principal- pueda tomar decisiones, a pesar de la falta de claridad conceptual y bases teóricas, con los siguientes fines:

Lograr el crecimiento económico, la equidad y sostenibilidad ambiental en los ámbitos de gestión, como una forma de alcanzar el desarrollo sostenible.

Determinar qué intercambios debe haber entre estos tres objetivos en una determinada región y entre regiones.

Facilitar el conocimiento, por parte de los actores involucrados, del tipo de intercambio viable y de su valor.

Determinar en qué momento se alcanza el equilibrio correspondiente al desarrollo que satisface a los actores de la región en desarrollo.

En base a esta exposición, el desarrollo sostenible en función de tres objetivos no se logra privilegiando sólo uno de ellos en detrimento de los demás, según Bermejo, R. (2003). Por tanto, los actores deben contribuir simultáneamente al crecimiento económico, la equidad y la sostenibilidad ambiental mediante, por ejemplo, la transformación productiva, las prestaciones de servicios sociales y la conservación de los recursos naturales.

Como conclusión a este punto, los procesos de gestión orientados al desarrollo sostenible son esencialmente una mezcla de arte y ciencia, puesto que aún no existen indicadores que permitan cuantificar lo social, ambiental y lo económico de acuerdo con un sistema intercambiable y dichos valores no son idénticos para los actores involucrados en el proceso.

### **3. El desarrollo sostenible y los ingenieros.**

Los profesionales de la ingeniería en cualquiera de sus especialidades usan la tecnología a su alcance para transformar, controlar o crear sistemas físicos para su bienestar, esta acción produce cambios en el ambiente, entendiendo en su concepción más amplia, que el ambiente incluye tanto componentes naturales como socioculturales y además del espacio natural el espacio modificado por el hombre. Según señala Clive Hamilton (2006), estos cambios pueden ser positivos, pero en la mayoría de los casos pueden traer perturbaciones al ambiente y el ingeniero, como agente transformador debe conocer sus implicaciones.

Uno de los aspectos claves a tomar en cuenta por los ingenieros, es lo referente al consumo energético. En la fabricación de cualquier producto se consume energía no sólo en las diferentes fases de elaboración, sino también en la extracción y preparación de las materias primas, en la construcción de maquinaria e instalaciones, etc. El conocimiento del consumo de energía a lo largo del proceso sentará las bases para la introducción de mejoras tecnológicas y de eficiencia energética que reduzcan las cifras iniciales.

En la práctica, como señala Mata Cabrera (2001), se dan situaciones claramente paradójicas en los profesionales de la ingeniería carentes de formación ambiental; observamos como en la gestión energética sólo se aprovecha una mínima parte de las potencialidades que nos ofrece la energía solar, capaz de suministrar hasta 140.000 veces la energía que necesita todo el planeta, y al mismo tiempo, sufrimos las consecuencias de las fluctuaciones en el precio del petróleo además de las consecuencias negativas que acarrea su uso a gran escala a nivel planetario.

En conclusión los ingenieros deberían asumir mayor responsabilidad en la formación del futuro sostenible. Deberían crear y aplicar la tecnología para minimizar

los residuos, reducir la contaminación, proteger la salud humana, el bienestar social y el medio ambiente.

#### **4. La educación ambiental y la incorporación de sus principios en la vida profesional.**

Para enfrentarnos al espectro de las situaciones negativas ocasionadas al medio e incorporar los principios del desarrollo sostenible, se cuenta con un arma de valor fundamental como lo es la educación ambiental. No sólo nos puede proporcionar conocimientos muy específicos para llegar a soluciones tecnológicas, sino, lo que quizás sea de mayor importancia, nos ayuda a desarrollar nuevos comportamientos, actitudes y criterios sobre el medio ambiente, constituyendo esto una acción preventiva de valor excepcional.

Se necesita la reforma curricular y pedagógica de la educación en ingeniería y el desarrollo profesional continuo para que los profesionales entiendan las repercusiones sociales y sobre el entorno que acarrea el desarrollo de su actividad. Se entiende que estos ámbitos pueden abarcar, como lo señala el Comité de Ingeniería y Desarrollo Sostenible (CIDES, 2005):

- En la administración pública, en la empresa o a nivel privado.
- En los diferentes niveles territoriales: internacional, nacional, regional, local.
- En todos los temas que competen a las diferentes ramas que configuran el amplio y complejo mundo de la ingeniería.

La aplicación de estos principios debe hacerse a través de la actividad complementaria de los tres enfoques característicos de la gestión ambiental:

- *Preventivo*: a través de los instrumentos disponibles, educación, evaluación ambiental estratégica, evaluación del impacto ambiental, ordenación territorial, etc.
- *Corrector*: a través de sistemas que permitan mejorar el comportamiento de los procesos productivos y de los productos a lo largo de todo su ciclo de vida.
- *Paliativo*: orientado a recuperar lo ya degradado.

Todos estos principios enunciados deben ser aplicados bajo otros dos, más amplios, que encierran a los demás y que constituyen el frontispicio de toda acción de los ingenieros:

- *Ética*: tanto en el plano económico como el ambiental y social.
- *Estética*: ésta cualidad es algo sustancial en cualquier actuación de la ingeniería.

La dimensión ambiental de la sostenibilidad es, tal vez, la parte más compleja en el mundo de la ingeniería y la que le compete de una forma directa, por lo que, en términos prácticos, para los ingenieros sostenibilidad debe significar incorporar sensibilidad, conocimientos, y compromiso ambiental, lo antes posible, a los procesos de toma de decisiones. Esta idea supone un importante aporte a la ingeniería, porque desplaza el centro de preocupación, desde la funcionalidad de lo que se planifica y proyecta, hacia las relaciones de lo proyectado en el entorno. De tal manera que lo que proyecta o gestiona, pasa a ser un nuevo sistema configurado con el medio. La funcionalidad y armonía, ha de ser entendida en términos conjuntos.

Los elementos anteriores complementan la idea de que los proyectos tienen que desarrollarse dentro de los límites impuestos en el entorno, y los beneficios generados por ellos han de ser sostenibles a largo plazo.

En este sentido los ingenieros intervienen en el desarrollo sostenible a través de tres tipos de acciones, que pueden considerarse paradigmáticas:

- Elaboración de planes, programas y proyectos.
- Materialización de las citadas acciones, a través de dirección o jefatura de obras.
- Gestión de las actividades en marcha, sean éstas productoras de bienes materiales o de servicios, incluyendo las administraciones públicas.

A todas ellas debe referirse la sostenibilidad, pero la forma de acción del ingeniero es diferente para cada una.

## **5. La sostenibilidad en las tareas de los profesionales de la ingeniería.**

Una actividad no puede ser algo superpuesto al medio en que se ubica y, mucho menos, contrapuesta a él, sino que actividad y entorno deben entenderse como partes de un sistema, aspectos indisociables de una única realidad más amplia y compleja. En este sentido una actividad no se puede considerar correctamente

concebida, planificada, proyectada y gestionada, si no configura un sistema funcional y armónico con su entorno.

La reflexión anterior lleva a la idea de integración ambiental, que ha de presidir la acción de la ingeniería y que se concreta en tres proposiciones a la hora de planificar el desarrollo:

- *Seleccionar* las actividades razonables desde el punto de vista del entorno, siendo prioritarias las de carácter endógeno, es decir, las que se deducen de los recursos naturales, construidos y humanos existentes en el entorno, teniendo en cuenta los problemas, necesidades, habilidades, expectativas y aspiraciones de la población.
- *Localizar* estas actividades de acuerdo con la capacidad de acogida del territorio (incluyendo espacios marítimos y subterráneos), optimizando las relaciones entre actividades, procurando el uso múltiple de los ecosistemas y minimizando el transporte.
- *Regular* el comportamiento de las actividades, lo que significa conseguir una gestión respetuosa con el medio ambiente, en términos de los recursos que utiliza y de los efluentes que genere y de los elementos físicos que lo forman (edificios, terrenos e instalaciones).

Por otra parte, existen otros aspectos vitales a contemplar a la hora de integrar el medio ambiente como un objetivo prioritario en las actividades profesionales, dichos aspectos se resumen en la tabla 1.

Ahora bien, una de las tareas más frecuentes en las actividades de los ingenieros es la ejecución de obras y desarrollo de proyectos. La integración ambiental, en la fase de construcción, dependerá en gran medida, de la realización cuidadosa y coordinada de las obras del proyecto, así como las medidas de integración ambiental. Para ello, antes de iniciar la obra, es necesario elaborar un manual, breve y simple, sobre el comportamiento que deben observar todos los participantes. La tabla 2 resume los aspectos básicos ha considerar en la ejecución de cualquier tipo de proyecto de ingeniería.

Tabla 1: Aspectos ambientales a integrar como objetivos sostenibles en las actividades profesionales del ingeniero.

Aspecto	Interpretación
Partir del conocimiento del entorno	La sostenibilidad parte de una idea elemental: antes que el proyecto está el medio, siendo preciso comprender éste para desarrollar aquél.
Internalizar los costes ambientales	Las “externalidades” ambientales son costes, que tienen que ser contabilizadas en el proyecto; es preciso considerar tales costes según el principio “el que contamina paga”.
Identificar, evaluar y seleccionar la mejor solución en el desarrollo de un proyecto	Es necesario generar alternativas, estratégicas y logísticas, en relación con la naturaleza, localización, tamaño, diseño, proceso productivo, calendario, etc.
Integrar el trabajo en equipo múltiple e interdisciplinario	Dado el carácter sistémico del entorno, la complejidad de sus relaciones con las actividades humanas y el carácter “poliédrico” de los problemas a resolver por la ingeniería, requiere la participación de expertos de muy diversas ramas.
Respetar la Legislación Ambiental	La Legislación ambiental requiere especial atención y conocimiento para ser cumplida.
Minimizar al consumo de recursos	Se trata de adoptar un espíritu racional en la utilización de recursos en los planes y proyectos con respecto a la utilización del agua, energía, materia prima, etc.
Minimizar la emisión de efluentes	La mejor forma de enfrentar los problemas que genera la contaminación es la de evitar, reducir y segregar la producción de efluentes. Se precisa conocer las tecnologías para el controlar los problemas derivados de la emisión de efluentes líquidos, gaseosos o residuos sólidos.
Procurar los ciclos cerrados en el uso de los recursos	El procesamiento de los recursos, en sistemas de ciclos cerrados, permite reducir los residuos e incrementar su uso eficiente.

**Tabla 2: Medidas mínimas de control en la ejecución de una obra de ingeniería.**

Aspectos	Medidas mínimas de control
Protección atmosférica y acústica	Aplicar medidas de control sobre cualquier fuente generadora de emisiones atmosféricas incluyendo el polvo. El ruido es una causa muy importante de degradación ambiental; por ello hay que controlar la localización y el funcionamiento de los focos emisores.
Protección del suelo	Localizar los elementos auxiliares, temporales y permanentes de las obras en los suelos de peor calidad. Recuperar y mantener la capa superior de tierra vegetal, en cuanto es un recurso natural difícilmente renovable. Aplicar medidas de control sobre toda la fuente generadora de residuos sólidos, y prever su gestión por agentes autorizados de acuerdo con la legislación.
Protección de los recursos hídricos, sistemas fluviales y medios marinos	Aplicar medidas de control sobre cualquier fuente generadora de residuos. Prever sistemas de tratamiento de aguas residuales. Adoptar medidas para evitar problemas sobre las aguas subterráneas. Controlar las condiciones en que se realiza el transporte marítimo, la limpieza de barcos y la gestión de aguas.
Protección de la vegetación	Evitar daños accidentales que pueden producir la maquinaria a la vegetación, en zonas adyacentes a las obras, en la ecología marina. Aplicar medidas para recuperar la vegetación y para integrar la obra con el paisaje del entorno.
Protección de la fauna	La defensa de la fauna ha de orientarse, más que a la protección de las especies, a la conservación de los hábitats que posibilitan su alimentación, refugio o reproducción; y ello en la idea de que la existencia del hábitat determina la presencia de las comunidades faúnicas, o su colonización en caso de no existir tales comunidades.
Protección del paisaje	El paisaje entendido como la información que el hombre recibe de su entorno, es decir la expresión espacial y visual del medio y de la evolución histórica de la cultura humana en el lugar, constituye la expresión espacial y visual del medio, y de la evolución histórica de la cultura humana. Se debe dedicar especial atención a los puntos visualmente frágiles por su posición, accesibilidad
Protección del patrimonio cultural	El patrimonio cultural: yacimientos arqueológicos, vías pecuarias, construcciones puntuales en el medio rural, etc. es un archivo del

	acontecer histórico, y por tanto, debe ser conservado y revalorizado. Para ello el ingeniero debe estar asesorado por expertos en la materia.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 6. Conclusiones

El Desarrollo Sostenible como un modelo de desarrollo a seguir en las prácticas de los profesionales de la ingeniería resulta difícil de evaluar. Se requiere la participación de múltiples funciones y varias disciplinas para poder medirlo en todas sus magnitudes (abarcando los variables económicas, sociales y ambientales que afectan el desarrollo de un proyecto).

Los profesionales de la ingeniería como responsables directos sobre las actuaciones que se realizan sobre el medio ambiente, no sólo deben incorporar los aspectos ambientales señalados en la tabla 1 y 2 a la hora de diseñar y llevar a cabo los proyectos, sino también deben desarrollar la suficiente sensibilidad ambiental y social para poder incorporarlas a la ética en el trabajo.

## 7. Referencias.

Bermejo Gómez, Roberto, (2003). **"Economía sostenible: principios, conceptos e instrumentos"**. Ed. Bakeaz, Bilbao. España

Bermejo Gómez, Roberto, (2005). **"La transición hacia la sostenibilidad: principios y estrategias de economía sostenible"**. Ed. Catarata. Madrid, España

CIDES (Comité de Ingeniería y Desarrollo Sostenible- 2005). "Manifiesto de la Ingeniería Española por el Desarrollo Sostenible". Centenario del Instituto de la Ingeniería de España. [www.iies.es](http://www.iies.es)

Fiksel Joseph, (2002). "Sustainable Development through Industrial Ecology". Este trabajo está publicado como un capítulo de R.L. Lankey et al., Ed., *Advancing Sustainability through Green Chemistry and Engineering*. American Chemical Society, Washington, DC. USA.

Hamilton, Clive, (2006). "El fetiche del crecimiento". Ed. Laetoli. Pamplona. España

Mata Cabrera F., (2001). "Evaluación y gestión de recursos energéticos. Integración medioambiental": La ingeniería energética y ambiental en el siglo XXI. Ed. de la U de Santander. España.

Mesarovic Mihajlo, (1997). "Desarrollo sostenible y primeras necesidades del hombre: valoración integridad vs modelo integrado". Universidad Politécnica de Catalunya. Edit. Icaria. Barcelona. España