

NUEVOS RETOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

RESUMEN

En el siguiente ensayo se plantea la necesidad que existe de formar ingenieros capacitados para afrontar los desafíos del siglo XXI, desafíos estos que van de la mano con el desarrollo ético y profesional de estos ingenieros. Se pretende hacer ver que las escuelas de ingenierías a nivel mundial deberían considerar entre sus objetivos, formar ingenieros aptos para desenvolverse en un ambiente global, donde deberán afrontar sistemas complejos a todos los niveles, y por sobre todo que estén comprometidos con el desarrollo sostenible de las sociedades del mundo, que no comprometan las posibilidades de vida de los habitantes del planeta del mañana.

Palabras clave: Ingenieros; Complejidad; Sostenibilidad; Global.

NEW CHALLENGES IN FORMATION OF ENGINEERS

ABSTRACT

In the following test considers the necessity that exists to form enabled engineers to confront the challenges of century XXI, challenges these that go of the hand with the ethical and professional development of these engineers. It is tried to make see that the schools of engineerings at world-wide level would have to consider between their objectives, form apt engineers to develop in

ENSAYO

Autora:

Ing. Dalys Méndez*

dalysmendez@yahoo.es

Universidad José Antonio Páez (UJAP)

Valencia - Estado Carabobo. Venezuela

*Ingeniero Químico. Profesor del área de Física de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo (UC) y de la Universidad José Antonio Páez (UJAP). Maestrante en Educación de la Física, Universidad de Carabobo.

a global atmosphere, where they will have to confront complex systems at all the levels, and by mainly that are it jeopardize with the sustainable development of the societies of the world, that do not jeopardize the possibilities of life of the inhabitants of the planet the morning.

Key words: Engineers; Complexity; Sustainability; Global.

Objetivos de la formación en Ingenierías

La formación de ingenieros capacitados para enfrentar los retos del siglo XXI, constituye un desafío para las universidades hoy día. El desarrollo científico y tecnológico de esta era, tales como la nanotecnología, redes de información, la ingeniería genética, superestructuras, exigen profesionales altamente calificados y capacitados para su manejo.

De igual forma, igualmente demandados se encuentran los profesionales de la ingeniería que sin manejar estas novísimas tecnologías, atienden las necesidades de las sociedades en las que se desenvuelven, necesidades de energía, agua, comida, vialidad, productos y servicios.

Los profesionales de las ingenierías son profesionales con conocimientos técnicos y de las ciencias puras, de tal forma que la profesión ha llegado a ser catalogada como perteneciente a las llamadas "ciencias de la transferencia" (1), ya que según la Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) sirven de interfase entre el mundo de las ciencias puras y el mundo de la industria y lo social.

Diversos autores (Guevara 2005, Recuero 2002, Rugarcía 2000, Covarrubias 1998) coinciden en que, la formación de ingenieros tiene por objetivos crear profesionales que posean:

1. Conocimientos: basados en física y matemáticas que fundamentan su especialidad así como los de la práctica correcta de la misma; de instrumentación y nuevas tecnologías; de relaciones industriales y fundamentos de dirección empresarial
2. Capacidades: para manejar información técnica y estadística; para desarrollar y utilizar modelos que simulen el comportamiento del mundo

físico; para aplicar conocimientos en la resolución de problemas técnicos reales; para trabajar en proyectos multidisciplinarios; para combinar calidad con sencillez en la producción y el mantenimiento de productos y servicios; para comunicarse con claridad; para emprender acciones o proyectos.

3. Formación ética: que les permita plena conciencia y respeto por lo que constituye su profesión y de su responsabilidad hacia la sociedad y el ambiente; basada en los valores intelectuales, estéticos, afectivos, gregarios (sociabilidad), físico-biológicos, económicos- materiales.

Si bien las capacidades son adquiridas por los estudiantes al superar cada etapa de la carrera, la formación ética aunque se vea escasamente en una asignatura, debería ser reforzada en cada asignatura de la carrera, dada su importancia para la vida del ingeniero y de la sociedad en general.

En todas las sociedades un conjunto de individuos, comparten, se relacionan, conviven, y se desarrollan. La ética y los valores personales constituyen pilares fundamentales de estas sociedades, sin los cuales carecerían de sentido.

Ingeniería para el Desarrollo Sostenible

Es posible entender pues que el mundo actual descansa sobre el desarrollo de las ingenierías, y como tal el equilibrio de éste se ve afectado por sus obras. La formación ética de los ingenieros es de vital importancia en los tiempos que corren, dadas las emergencias de fenómenos naturales y sociales, tales como: desastres naturales, cambios climáticos, guerras, hambrunas y epidemias, que vive el planeta. Al respecto la Academia Panamericana de Ingeniería (API), en la Sesión ordinaria de septiembre del 2006 aprobó un nuevo código de ética por el cual regirse todos lo ingenieros del continente americano, en cuya conclusión se establece:

Siempre se debe recordar que la guerra, avaricia, miseria e ignorancia, más los desastres naturales y la contaminación y destrucción de los recursos provocados por la actividad humana, son las principales causas del deterioro de la sociedad y su entorno. Los ingenieros, como miembros activos de la sociedad, profundamente involucrados en la promoción del desarrollo, deben

usar su talento, conocimiento e imaginación para ayudar a eliminar los mencionados males y mejorar la calidad de vida para toda la población.

En este mismo orden de ideas la Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros (FMOI) en noviembre de 2004 en la Convención Mundial de Ingenieros, realizó la Declaración de Shanghai sobre Ingeniería y el Futuro Sostenible, en la cual proclaman que “la ingeniería y la tecnología son de vital importancia en la dirección de la pobreza, el desarrollo sostenible y las otras metas de Desarrollo de Milenio de las Naciones Unidas y deben ser reconocidas como tales.”

En las últimas décadas ha ido ganado aceptación y relevancia todo lo concerniente a “Educación para el Desarrollo Sostenible”.

En diciembre de 2002, los líderes del mundo en la Asamblea General de las Naciones Unidas declararon: “asumimos la responsabilidad colectiva de promover y fortalecer, en los planos local, nacional, regional y mundial, el desarrollo económico, desarrollo social y la protección ambiental, pilares interdependientes y sinérgicos del desarrollo sostenible”. (Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible). Desarrollo según el cual se deben “tomar en cuenta las necesidades del presente, sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras.” (Naciones Unidas 2007)

Este tipo de desarrollo tiene tres componentes (McKeown 2002, p.8): sociedad, economía y medio ambiente, y el bienestar de uno depende del bienestar de los demás.

En virtud de esto la Asamblea adoptó la resolución 57/254 relativa al Decenio de las Naciones Unidas, de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014) y designó a la UNESCO como el ente rector de los lineamientos para el desarrollo de planes, proyectos y políticas a desarrollarse e implementarse en todos los países del mundo y cuyo principal objetivo es: “integrar los valores inherentes al desarrollo sostenible en todos los aspectos de la enseñanza para fomentar cambios en el comportamiento que faciliten la consecución de una sociedad más sostenible y justa para todos.”

Es por todo esto que la educación a todo nivel, es considerada como el motor que puede lograr que el desarrollo sostenible sea una realidad

cercana y no sólo una meta a largo plazo o peor aún, un ideal inalcanzable. Pero esta educación tiene que ser distinta, debe ser una educación donde cada individuo se sienta comprometido con sus conocimientos, la sociedad y el planeta:

El reto es elevar los niveles de educación sin crear una demanda cada vez mayor de recursos y bienes de consumo y la consecuente producción de contaminantes. Cumplir con este reto depende de que reorientemos los planes de estudio para abordar la necesidad de una producción y patrones de consumo más sostenibles. (Mckeown, 2002. p.12)

Las escuelas de Ingenierías del mundo deberán enrumbarse al compromiso de formación de ingenieros altamente comprometidos con el desarrollo sostenible de las sociedades del planeta. El desafío es ¿cómo lograrlo? cuando lo que se persigue no es sólo simplemente informar, sino formar para generar conocimientos que fundamenten este desarrollo.

No hay duda que para lograr esto sería necesario incorporar el concepto de desarrollo sostenible en las escuelas de ingeniería y mas allá en todas aquellas escuelas con formación técnica, de manera que este concepto sirva posiblemente como eje articulador de todas las asignaturas, en aras de lograr un cambio de valores y de visión de mundo que permitan el desarrollo de ingenieros comprometidos con la generación de nuevos conocimientos y tecnologías ecoeficientes, que den solución a los grandes problemas de desarrollo que han venido emergiendo.

El ideal para este desarrollo es según Del Bono (2003) "Poner el conocimiento al servicio del hombre, al servicio del bien común."

Ingeniería Global

La palabra "global" en la actualidad tiene un uso muy extendido debido a todo el desarrollo en el sector de telecomunicaciones, que ha desencadenado el fenómeno de la globalidad, "lo local se vuelve mundial, y lo mundial se vuelve local".

El campo de las ingenierías no escapa a este fenómeno. Para Vest (2006) la globalización no es una alternativa sino una realidad con la cual se vive en la era del conocimiento, y los ingenieros que se formen en esta deberán trabajar para competir en mercados globales.

El Estudio de Excelencia de Ingeniería Global (2006) realizada por investigadores del área de las ingenierías de ocho prestigiosas universidades del mundo: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich de Suiza, Escola Politécnica da Universidade de Sao Paulo Brasil, Georgia Institute of Technology de Estados Unidos, Massachusetts Institute of Technology de Estados Unidos, Shanghai Jiao Tong University de China, Technische Universität Darmstadt de Alemania, Tsinghua University de China y University of Tokyo de Japón recomienda para la formación de ingenieros globales lo siguiente:

- Incluir la competencia global, como requisito clave para los graduados de ingeniería.
- Dar prioridad a la movilidad internacional de estudiantes, profesores, investigadores y profesionales de ingeniería.
- Crear sociedades de compromisos mutuos entre los institutos de formación de ingenieros y la industria.
- Propiciar la investigación de la ingeniería de la globalidad.

Para este estudio los ingenieros globales deben ser: técnicamente aptos, multilingües, con conocimientos amplios, culturalmente aptos, innovadores y emprendedores, conocedores del mercado mundial, con habilidades comerciales, flexibles y móviles internacionalmente. Representando todo esto otro gran reto para nuestras facultades de ingenierías.

Ingeniería de la complejidad

Aunque la definición de complejidad y la de los sistemas que en ella nacen: sistemas complejos, todavía no se ha podido dar con precisión (Almendral 2006, Delic y Dumb 2006, Sanjuán 2004) por sus numerosas implicaciones en todas las áreas de la ciencia, no se puede negar la fuerza con que la están emergiendo. La complejidad tiene que ver con la múltiples conexiones e interacciones entre todas la áreas de la ciencia, con los sistemas y su forma de organizarse o autoorganizarse, con lo vivo. La ciencia de la complejidad que es una ciencia que está emergiendo, podría ayudar a resolver grandes enigmas y fenómenos hasta hoy inciertos y desconocidos para el hombre.

Entre los conceptos y problemas asociados a la complejidad se encuentran: la dinámica no lineal y la teoría del caos determinista, la geometría fractal, la dinámica estocástica, las series temporales no lineales, la biología sintética las redes complejas y los fenómenos colectivos.(Sanjuán, 2004)

Los sistemas complejos “pueden ser identificados por lo que hacen (se autoorganizan sin una autoridad central que los organice) y por cómo deberían ser analizados (no necesitan de la descomposición y análisis de sus partes para saber cómo será el comportamiento del todo)” (Ottino, 2004). Los sistemas complejos son sistemas que, por su comportamiento no obedecen a una teoría lineal o teoría reduccionista para la cual conociendo las partes de un sistema, o la solución de los problemas de las partes se podría conocer el todo.

Existen fenómenos que emergen sólo cuando lo elementos están conectados formando sistemas más complejos y que poseen propiedades que los propios elementos carecen (Sanjuán, 2004). Ejemplos de estos son, el movimiento de los planetas, la Tierra, el cerebro, los fluidos, el genoma, las variaciones de las poblaciones de las especies en sistemas ecológicos, formas biológicas, estructura de ríos, líneas de las costas, etc. Todos estos ejemplos de sistemas complejos han dado origen a nuevas teorías que intentan explicarlos como son la teoría del caos de James Yorke y la de los fractales de Benoit Mandelbrot. Ambas teorías vienen a formar parte de la llamada ciencia y tecnología de la complejidad que se está desarrollando. (Sanjuán, 2004).

Muchos sistemas complejos también son debidos a creaciones de ingenieros, como son las autopistas, la internet, las redes de electrificación, etc.

La ingeniería se ha enfocado en “hacer que las cosas pasen, sobre la convergencia, sobre desarrollar diseños óptimos y con consistencia de operación. La ingeniería es el ensamblaje de piezas que trabajan de una forma específica, esto es diseñar sistemas complicados” (Ottino, 2004), pero los sistemas complicados deben elevarse para entrar en la complejidad, porque la complicación no es la complejidad, sino la serie de interconexiones y retroacciones entre estos sistemas y muchos otros, incluyendo la vida.

Existe la necesidad que la ingeniería forme parte del estudio de la complejidad de los sistemas complejos que día a día emergen en el mundo. Si la ingeniería pertenece a las llamadas ciencias de la transición, debería servir de puente entre esta nueva ciencia que es la ciencia de la complejidad y el mundo. El conocimiento de los sistemas complejos podría garantizar, nuevas posibilidades de calidad de vida para todos los seres que conforman el habitat mundial.

Lo que se plantea entonces es el desarrollo de una ingeniería que se encargue del estudio de los sistemas complejos, de forma que contribuya a la generación de nuevas tecnologías basadas en las teorías de los sistemas complejos, que beneficien a todo el planeta.

Para concluir:

El desarrollo tecnológico y científico de esta era trae consigo nuevos y grandes retos en la formación de ingenieros, es de apremiante necesidad que estos estén preparados para los sistemas complejos y las complejidades del mundo, entre las que destacan la globalización y sus consecuencias, y sobre todo la complejidad de reinventar un desarrollo para la humanidad que sea sostenible en el tiempo por venir.

REFERENCIAS

- Bendinger E, Crespo R, Del Bono T, Donato V, Echarte R, Etcheverry R, Florio L, Lauria E, López J, Mariscotti M, Massuh V, Ranea G, Sanguinetti J. (2003) *El Desafío Tecnológico En El Mundo Globalizado*. Edutecne Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional U.T.N. - Argentina.
- Covarrubias, J (1998). *Tres documentos sobre la formación de ingenieros*. Revista Ingenierías I(1).5-9.
- Guevara, E. (2005). *Introducción a la Ingeniería*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Recuero, M. (2002). *Formación de Ingenieros en España*. Revista Facultad de Ingeniería U.T.A. (Chile). 10. 45-57.
- Rugarcía, A. (2000). Los retos en la formación de ingenieros químicos. *Revista de Aniversario de Educación Química*. 319-330.
- API.(2006). *Código de Ética*. Estados Unidos. [Página web en línea]. Disponible en www.apingenieria.org. [Consulta: 2007, Enero 16].

- FMOI. (2004). *La Declaración de Shangai sobre Ingeniería y el Futuro Sostenible*. Convención Mundial sobre Ingeniería y el Futuro Sostenible. [Página web en línea. Disponible en www.upadi.org.br. [Consulta: 2007, Enero 25].
- Naciones Unidas (2007). *Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible*. Departamento de Asuntos Económicos y sociales. División para el Desarrollo Sostenible. [Página web en línea]. Disponible en <http://www.un.org>. [Consulta: 2007, Enero 23].
- UNESCO.(2007). *Objetivos Del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible*. [Página web en línea]. Disponible en <http://portal.unesco.org>. [Consulta: 2007, Enero 23].
- McKeown, R. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Centro de Energía, Medio Ambiente y Recursos. Universidad de Tennessee. [Página web en línea] Disponible en www.esdtoolkit.org. [Consulta: 2007, Enero 7].
- Vest, C. (2006). *Educating Engineers for 2020 and beyond*. Engineers Systems Division, Massachusetts Institute of Technology. [Página web en línea]. Disponible en <http://esd.mit.edu>. [Consulta: 2007, Enero 20].
- Ingeniería Global (2006). *Estudio de Excelencia de Ingeniería Global*. [Página web en línea]. Disponible en www.global-engineering-excellence.org/study-order [Consulta: 2007, Enero 20].
- Almendral, J. (2006). *Dynamics and Topology in Complex Networks*. Trabajo de grado de doctorado. Universidad del Rey Juan Carlos. España.[Página web en línea]. Disponible en www.escet.urjc.es. [Consulta: 2007, Enero 5].
- Delic K. y Dum R. (2006). *On the emerging future of complexity sciences*. [Página web en línea. Disponible en <http://www.acm.org/ubiquity>. [Consulta: 2006, Noviembre 15].
- Sanjuán, M.(2004). *La complejidad de la ciencia*. [Página web en línea]. Disponible en www.escet.urj.es [Consulta: 2006, Diciembre 29].
- Ottino, J.(2004). *Engineering complex systems*. Revista Nature. 427. 399.