

Las tendencias en la ingeniería

Asdrúbal Valencia, Orlando Carrillo, José Édison Aedo¹

Introducción

Existe una inquietud generalizada de si el porvenir será tecnológico o no será, pues si no se aplica adecuadamente la tecnología, ocurrirá o una regresión indecible o un colapso mundial. De acuerdo con la tecnología, el hambre y la pobreza en el mundo hoy son ya inexcusables. Aquélla hace posible que pueda darse de comer a toda la gente y que todos puedan gozar de comodidades. Son los patrones de conducta humana los que impiden que suceda así; es decir, el problema de la tecnología es sobre todo ético y se puede especular con alguna precisión sobre la tecnología del futuro, pero no se tiene la menor idea de los hombres que vivirán entonces. Es por ello que estas reflexiones deben considerar no sólo la instrumentalidad de la Ingeniería sino también la reflexión ética, es decir, humana, del asunto.

El poder actual de la tecnociencia es de tal alcance, que afecta al destino del mismo mundo y pone en cuestión la estructura tradicional de las sociedades; ese impacto profundo provoca al mismo tiempo una especie de desestructuración de las culturas y un intento de reestructuración sobre nuevas bases.

La interacción del hombre con la tecnología es saber que con ella ha transformado al mundo y al propio hombre. La prolongación de los sentidos y habilidades naturales del ser humano a través del desarrollo de instrumentos, técnicas y medios de comunicación, ha alterado la naturaleza y la actitud del hombre frente a ella, que a su vez es un reflejo de esta actitud. Toda tecnología lleva en sí una parte de la cosmología del hombre, de su visión del Universo, de sus propias facultades, de su raciocinio y de su imaginación, es por ello que se duda de la neutralidad de la tecnología. Algunas de las realidades que se están consolidando, de acuerdo con los expertos son las siguientes:

- Las redes mundiales de banda ancha; otras técnicas, como los satélites de comunicaciones, los celulares y las microondas serán apenas complementos. En todas las naciones avanzadas, y entre las clases altas de las otras, las comunicaciones cara a cara, voz a voz, persona a datos y datos a datos estarán disponibles en cualquier tiempo en cualquier lugar.
- Las tecnologías de realidad virtual serán comunes para el entrenamiento y la recreación, y serán parte rutinaria en la simulación de toda clase de diseños y planes.
- La fusión de las telecomunicaciones y la informática será completa. Usaremos un nuevo vocabulario de comunicaciones como televoto, telecompra, teletrabajo y tele-todo. Lo que haremos y diremos en el ciberespacio será completamente distinto.
- Ir a trabajar será historia para mucha gente. Hacia el 2020 o 2025, 40% de la fuerza de trabajo estará en trabajo distribuido o teletrabajo.

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia, Medellín. Correo electrónico: avalen@udea.edu.co

- La inteligencia artificial florecerá como ayudas para los profesionales, como asistentes de los trabajadores y como reemplazo en los trabajos rutinarios y como herramienta de enseñanza y entrenamiento.
- La escasez de energía y las limitaciones económicas reducirán substancialmente los viajes físicos. Una mayoría de las reuniones será vía tele conferencia y realidad virtual.
- Los lugares de trabajo y las convenciones serán menos importantes en la satisfacción de las necesidades de interacción humana.

De acuerdo con tales perspectivas, la virtualidad será central en la vida y por ende en la educación y mucho más en Ingeniería, y todo eso deberá tenerse en cuenta en estas reflexiones.¹

Contemplado desde el norte, donde la tecnología y la economía han logrado altos niveles de vida –o por lo menos se cree altos, pues el precio de la alienación, la frustración y la marginalización también es elevado – el mundo actual es una "era tecnotrónica", o una sociedad postindustrial, o una edad "científico/técnica", o una sociedad de tercera ola, donde los servicios, sobre todo la información, son la fuente de riqueza.

Estas características sólo se dan actualmente en algunos países del mundo, pues una mayoría abrumadora de ellos depende todavía del sector primario: agricultura, ganadería, pesca, silvicultura. Tales economías se basan enteramente en los recursos naturales, son sociedades de primera ola. Su productividad es baja y está sujeta a amplias oscilaciones en la renta debidas a las fluctuaciones de los precios de las materias primas y los productos primarios. Otro gran número de países depende todavía de la industria manufacturera, son sociedades de segunda ola. Por estas razones la ciencia y la tecnología son componentes centrales del cambio futuro de las sociedades, y de ahí el papel fundamental de la Ingeniería.

En ese panorama se inserta Colombia, y el rumbo que seguirá es preocupación de los ingenieros. Sin embargo, hay una gran diferencia en lo que se puede esperar del futuro entre sociedades reguladas y participativas y otras menos reguladas y marginalizadoras. En las primeras, el factor sorpresa es menor, las acciones se discuten antes de que ocurran y el cambio ocurre dentro de ciertos márgenes. En el caso de las sociedades menos reguladas, que permiten una mayor marginalización, se va de sorpresa en sorpresa, las cosas dependen de unas pocas personas y los futuros cambian radicalmente cuando una persona con poder cambia de humor. Por ello en nuestra sociedad es mucho más difícil la reflexión sobre el porvenir.

A pesar de todo, los ingenieros colombianos no pueden perder de vista la perspectiva mundial y la necesidad de ser competitivos a esa escala y al mismo tiempo, tienen el compromiso de buscar soluciones a los enormes problemas que agobian el país.

Sin embargo, el éxito en el desarrollo y aplicación de la ingeniería a procesos de innovación, con impacto en la competitividad y avance social, depende de una serie de factores macro, meso y micro que guardan una relación dinámica entre ellos. Cabe citar algunos de estos factores que atañen a la formación del ingeniero: ambiente general de fomento a la investigación e innovación; visión global de oportunidades y problemas; mecanismos de interacción

universidad/empresa/centro tecnológico/usuario; formación avanzada de ingenieros en nuevas tecnologías; dominio de métodos avanzados de investigación y simulación en ingeniería; formación integral, humanista y técnica de los ingenieros; difusión y popularización de los resultados de la investigación.

Del análisis de los anteriores factores en Colombia se identifican algunos que atañen directamente a la estrategia de formación de las universidades y que debe reflejarse en sus currículos, de modo que respondan a las expectativas de la innovación.

Además, en su formación, los ingenieros colombianos deben formarse para asumir retos y no olvidar deberes en campos específicos como los siguientes: aprender a trabajar con los políticos y todo tipo de agentes sociales; ayudar al avance de la pequeña y mediana industria y adoptar la producción limpia; ayudar al avance de la pequeña y mediana minería y utilizar mejor los recursos minerales poco o mal aprovechados; conservar la biodiversidad, detener la destrucción de los bosques y reforestar; ayudar a la higiene pública, atender el abastecimiento de agua potable, intervenir en la disposición de las aguas residuales y colaborar en la óptima disposición de los desechos sólidos; estudiar las patologías de la ciudades, intervenir en las barriadas en suelos inestables, comprometerse con las construcciones antisísmicas y procurar para todos una vivienda decorosa; estudiar la meteorología para prever los efectos del clima y controlar las inundaciones; mantener y rehabilitar obras de infraestructura –sobre todo viales– y propiciar el suministro de energía económica.

Estas actividades, que parecería un programa de gobierno, son apenas un muestrario de las muchas en que los ingenieros colombianos, junto con otros agentes sociales, pueden participar activamente.²

Por las razones anteriores, antes de entrar a mirar las perspectivas eminentemente tecnológicas de la Ingeniería, hay otros pronósticos que deben obtenerse. ¿Cómo será la sociedad humana en los siglos venideros? ¿En dónde radica el futuro de la cultura?

Frente a lo anterior y como anota Schumacher "Resulta tentador comparar los antiguos oráculos, incluido el I Ching, con el computador. Aquellos son metafísicos y la máquina no, pero el hecho es que el computador para predecir el futuro está basado sobre presupuestos metafísicos de una clase muy definida. Está basado sobre el supuesto de que el futuro ya está aquí, que ya existe en una forma determinada, por lo que requiere meramente buenos instrumentos y buenas técnicas para enfocarlo y hacerlo visible. Implica que la libertad humana no existe o que no puede alterar el curso predeterminado"³.

Precisamente, es esa libertad la que aún permite que podamos exterminarnos unos a otros, podamos volver a las formas de vida de nuestros antepasados, o podamos pegar un salto cuántico hacia arriba, a un nuevo nivel de civilización, nunca soñado por los filósofos del pasado.

Por eso tenemos que llegar a comprender la naturaleza de las predicciones de futuro. Todas las predicciones parten de modelos del mundo real y siempre se hacen supuestas simplificaciones. Los modelos se evalúan según lo bien que predicen o describen. Pero los modelos son evaluados por seres humanos y por consiguiente son aceptados o rechazados por motivos emocionales.

Como lo ha predicado Prigogine "Lo artificial es determinista y reversible. Lo natural contiene elementos esenciales de azar e irreversibilidad. Esto llama a una nueva visión de la materia en la que ésta ya no sea pasiva, como la descrita en el mundo del concepto mecánico, sino asociado a la actividad espontánea. Este cambio es tan profundo que creo que podemos hablar con justicia de un nuevo diálogo del hombre con la naturaleza."

"¿Qué puede significar irreversibilidad dentro de un concepto determinista del universo en el que el mañana ya está potencialmente en el hoy?"

"La irreversibilidad presupone un universo en el que hay limitaciones para la predicción del futuro"⁴

Sin embargo, aunque haya severas limitaciones para predecir el futuro, desde hace varios siglos, diversas personas eminentes han venido poniendo la mirada con mayor o menor regularidad en el futuro, y es frecuente que sus especulaciones privadas y a veces organizadas, basadas en grupos de estudio y modelos hayan podido detectar tendencias válidas, que se han ido cumpliendo; por ello no pueden desconocerse los esfuerzos que se han hecho y se hacen al respecto.⁵

Para echar una mirada a las tendencias mundiales de la Ingeniería hay que considerar, por los menos, las siguientes componentes: las tendencias en Ciencia y la Tecnología, las tendencias de los Negocios y la Economía, las tendencias sociales, las tendencias geopolíticas, las tendencias ambientales y los desastres imprevistos.

Tendencias en ciencia y tecnología

Este es un tema extenso y profundo, pero, en breve –de acuerdo con la Academia Canadiense de Ingeniería–, se puede hacer énfasis sobre las siguientes tendencias en Ciencia y la Tecnología

1. Diseño – la fabricación personal y la máquina de la creatividad
2. Materiales – nanotecnología y biotecnología
3. Tecnología de la información –computación ubicua y cuántica.
4. Robótica – robots autónomos organismos cibernéticos
5. Tecnología médica – prótesis neurales.

Cada uno de estos temas podrá detallarse en futuros avances de este bosquejo inicial, de acuerdo con el documento mencionado.⁶

Por su parte, de acuerdo con la Academia Nacional de Ingeniería de los Estados Unidos, los catorce retos científico/tecnológicos para la Ingeniería del siglo XXI son los siguientes:

1. Hacer económica la energía solar
2. Obtener energía de la fusión nuclear
3. Desarrollar métodos para secuestrar –fijar– el CO₂
4. Controlar el ciclo del nitrógeno*
5. Proporcionar acceso al agua potable
6. Restaurar y mejorar la infraestructura urbana

7. Avanzar en la informática aplicada a la salud
8. Desarrollar mejores medicinas
9. Hacer la ingeniería inversa del cerebro
10. Prevenir el terror nuclear
11. Asegurar el ciberespacio
12. Mejorar la realidad virtual
13. Avanzar en el aprendizaje personalizado
14. Proporcionar herramientas para la investigación científica

(*De paso se puede anotar que *el ciclo del nitrógeno* comprende cada uno de los procesos biológicos y abióticos en que se basa el suministro de este elemento a los seres vivos, pues estos emplean el nitrógeno en la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN) y otras moléculas fundamentales del metabolismo. Su reserva fundamental es la atmósfera, en donde se encuentra en forma de N₂, pero esta molécula no puede ser utilizada directamente por la mayoría de los seres vivos (exceptuando algunas bacterias). Por eso es uno de los ciclos biogeoquímicos importantes en que se basa el equilibrio dinámico de composición de la biosfera.)

Todos estos temas podrán ampliarse en el futuro según el documento *Grand Challenges for Engineering*, de la National Academy of Engineering, que se confeccionó con una encuesta realizada en todo el mundo.⁷

De acuerdo con el Instituto Mexicano de Ingeniería, para determinar las tendencias de la Ingeniería es necesario analizar los elementos que han sido generadores de cambio en el desarrollo de nuevas tecnologías y que la Ingeniería los ha aprovechado, algunos de estos elementos son:

1. Conocimiento, desarrollo y producción de nuevos materiales
2. Producción económica de nuevos combustibles
3. Mejores sistemas de producción y aprovechamiento de la energía
4. Sistemas de medición más precisos, sencillos y accesibles a la sociedad
5. Diseño y producción de máquinas más precisas, eficientes y económicas
6. Desarrollo de computadoras que facilitan el cálculo y el diseño
7. Desarrollo económico y efectivo de sistemas electrónicos de control y operación
8. Desarrollo de sistemas telemáticos de información eficientes, seguros y económicos
9. Acceso a la informática de la mayoría de la población.

Y además señala que los principales agentes que han generado el desarrollo de estos elementos de cambio han sido:

1. El instinto de conservación del hombre que hace que solucione sus problemas de la mejor forma posible, aprovechando todo lo que está a su alcance.
2. La capacidad del hombre de transmitir sus conocimientos a las siguientes generaciones, lo que permite construir sobre los conocimientos obtenidos.
3. El requerimiento de la sociedad por solucionar problemas cotidianos, los que una vez resueltos mejoran la calidad de vida de las personas.

4. La defensa y salva guarda de las propiedades y la demostración de la supremacía, por medio de las guerras, eventos en los que han surgido grandes invenciones.
5. La guerra en la producción, en la que la demanda y la competencia obligan a que la producción sea económica y de calidad.
6. La curiosidad del hombre por conocer nuevas cosas o dar explicación a los fenómenos que se dan en su entorno.
7. La serendipia del hombre, en la que al estar buscando algo, sin esperarlo encuentra otras cosas. (de chiripa)

Con lo anterior se puede decir que la Ingeniería, en términos generales, tiene una marcada tendencia a la producción económica, lo que incluye:

1. Investigación redituable.
2. Diseños adecuados y de alta calidad.
3. Materiales económicos, y adecuados.
4. Procesos de producción altamente eficientes, automatizados, de calidad y económicos.
5. Administración basada en la mejora continua.
6. No dependencia de la mano de obra.

También podemos incluir las siguientes tendencias:

- La búsqueda de nuevas tecnologías que permitan el mejor desarrollo y ser competitivo
- Al desarrollo de nuevos materiales, combustibles, máquinas y sistemas de control
- Al mejor aprovechamiento de la energía en todas sus formas y para todos los fines
- Control en las telecomunicaciones y el espacio
- La gran especialización en áreas específicas de las ciencias de la ingeniería
- La multidisciplinariedad en la aplicación de la ingeniería.⁸

Tendencias en los negocios y la economía

Estas tendencias científico – tecnológicas que se han resumido se desarrollan en una sociedad descrita por los siguientes hechos:

- La explosión demográfica.
- La revolución de las comunicaciones y el transporte.
- La revolución de las finanzas y la globalización de la economía.
- La revolución mundial en la agricultura y la biotecnología, incluida la genética.
- La robótica, la automatización y una nueva revolución industrial.
- Las variaciones en el estado-nación.
- La sociedad de la información y del conocimiento.

El principal aspecto en este sentido es la globalización de los negocios y la economía. No hay claridad sobre el término “globalización”; para unos es el mundo convertido en un gran supermercado y para otros es el instrumento posmoderno de dominación por excelencia, una forma avanzada del colonialismo. En las universidades anglo sajonas, es el incremento de las interconexiones entre las sociedades, de modo que los eventos ocurridos en una parte del mundo tienen cada vez más efectos en sociedades y personas lejanas. El problema de definir la globalización ha sido soslayado por algunos utilizando el término “internacionalización”.

Lo primero que posibilitó la globalización fue la expansión tecnológica de la información, basado en ésta el proceso ha cambiado las formas de producir, gestionar, informar y pensar. Aunque las actividades dominantes, en todos los planos, están organizadas en redes globales, desde los mercados financieros hasta los mejores audiovisuales, no toda la actividad económica o cultural es global, la inmensa mayoría de ésta, en proporción a las personas, es de ámbito regional o local. El segundo factor que determinó la globalización fue la liberalización de los intercambios de bienes, servicios y capitales.⁹

En ningún momento se puede olvidar que la globalización ha buscado la estandarización del mundo al estilo del *american way of life*, aunque todavía no ha podido evitar la lucha por las reivindicaciones nacionales, la insurgencia de lo vernacular, lo propio, las tradiciones, lo nacional.

En este contexto nadie discute el papel que la educación juega en el desarrollo de las naciones, pero se puede decir que es la presencia, tanto del conocimiento como del saber hacer, lo que determina qué tan prósperas son las sociedades. Por consiguiente la educación de los ingenieros es crítica para todos los países que quieran asegurar el mejor estar de sus ciudadanos. Esto conduce a las siguientes premisas:

- El conocimiento y el saber hacer determinan la prosperidad de una sociedad comparada con otras.
- La educación de los ingenieros es crítica en cada país para asegurar el bienestar.
- Es fundamental la investigación y desarrollo de las fuentes energéticas.
- Se debe conocer el mundo, pues la creación de riqueza depende de la habilidad nacional para hacer productos que otras naciones quieran comprar.¹⁰

Por lo anterior el ambiente en el cual trabajan los ingenieros del siglo XXI está caracterizado por:

- Las industrias basadas en el conocimiento.
- Productos de alto valor agregado.
- Una gran dependencia sobre la aplicación de la ciencia básica en el desarrollo de productos.
- Un proceso de desarrollo - diseño - manufactura basado en elevados niveles de simulación y de flujo de información.

Las industrias que tienen que ver con los recursos naturales, la infraestructura y la calidad del ambiente no van a debilitarse.

A este respecto podemos considerar las siguientes prospectivas:

- ❖ Las economías se basarán "en el poder del cerebro" y las economías de escala y la automatización no serán suficientes para sobrevivir.
- ❖ La rápida diseminación del conocimiento y el fácil acceso a la información y los datos alterarán la forma y posibilidad de la sustancia del trabajo ingenieril en la próxima generación.
- ❖ El ambiente en el siglo XXI será de constante innovación y velocidad con énfasis en la calidad.
- ❖ La cultura corporativa demandará la búsqueda inflexible del aumento de la productividad
- ✚ Se ofrecerá un ambiente en el cual la gente se reúne constituyendo equipos, que deben ser estimulados, habilitados y recompensados.

Equipos tendrán funciones cruzadas y en ellos se respetará la diversidad cultural y habrá valores comunes como:

La sencillez, la integridad, el enfrentamiento a la realidad, la toma de responsabilidad, el ser contable, la inversión en la educación, la diversidad respectiva.

El ambiente de trabajo será más exigente que hoy, debido a la economía de la información. Por ello las fuentes de riqueza son el conocimiento y las comunicaciones más que los recursos naturales y el trabajo.

Habrá una dura competencia que afectará la economía global. Para sobrevivir en esa atmósfera cada uno tendrá que ser tan bueno como el mejor del mundo. Por todo esto, los ingenieros deben exhibir excelentes habilidades técnicas y es necesario desarrollar conocimientos globales en las mentes de los estudiantes de hoy: conocimiento de otras culturas, competencia en lenguas extranjeras, idea sobre los tratados mundiales y las agencias internacionales.

Así, algunas características generales, necesarias en los ingenieros del futuro son:

- habilidades de grupo, incluyendo colaboración y aprendizaje activo.
- *habilidades de comunicación.
- *liderazgo.
- *perspectiva en sistemas.
- *entendimiento y apreciación de la diversidad de las personas.
- *apreciación de las diferentes culturas y prácticas comerciales.
- *entendimiento de que la práctica de la ingeniería ahora es global.
- *perspectiva interdisciplinaria.
- *compromiso con la calidad, la oportunidad y el mejoramiento continuo.
- *investigación de pregrado en experiencias de trabajo en ingeniería.
- *entendimiento de los impactos sociales, económicos y ambientales en la toma de decisiones en ingeniería y ética.¹¹

Todos estos son temas que pueden detallarse en futuros desarrollos de este documento, si es necesario.

Tendencias sociales

A inicios del siglo XXI la Ingeniería en sus muy diversos campos ha logrado explorar los planetas del sistema solar con alto grado de detalle, se destacan los equipos exploradores que se introducen hasta la superficie planetaria; también ha creado un equipo capaz de derrotar al campeón mundial de ajedrez; ha logrado comunicar al planeta en fracciones de segundo; ha generado la internet y la capacidad de que una persona se conecte a esta red desde cualquier lugar de la superficie del planeta mediante una computadora portátil y un teléfono satelital; ha apoyado y permitido innumerables avances de la ciencia médica, astronómica, química y en general de cualquier otra. Gracias a la ingeniería se han creado máquinas automáticas y semiautomáticas capaces de producir, con muy poca ayuda humana, grandes cantidades de productos como alimentos, automóviles y teléfonos móviles.

Pese a los avances de la Ingeniería, la humanidad no ha logrado eliminar el hambre del planeta, ni mucho menos la pobreza, pudiendo evitarse la muerte de un niño de cada tres. Sin embargo, además de ser este un problema de la ingeniería, es principalmente un problema de índole social, político y económico.

¿Estamos ahora en condiciones de responder a la pregunta acerca de cuáles son los efectos de la ingeniería en la sociedad? Podemos decir que a partir de la construcción de los sistemas tecnológicos que conforman paradigmas tecnoeconómicos, se define el ámbito de las posibilidades del hacer tecnológico en la producción de bienes y servicios, y en general del grupo de ramas inductoras del crecimiento de la economía, la organización empresarial y los patrones de competencia y cooperación en las diversas sociedades.¹²

De todas maneras todo esto se da dentro de unas sociedades donde cada vez son más importantes al menos tres temas:

- ✓ La demografía diferencial de los países que envejecen y los que se superpueblan.
- ✓ La declinación del desempeño de la educación, sus formas y los currículos.
- ✓ La seguridad, la vigilancia y la sociedad del “Gran hermano”.

Tendencias geopolíticas

En el documento canadiense mencionado, se hace énfasis en dos tendencias:

- a. Los nuevos poderes: la emergencia de China y también de India, Rusia y Brasil.
- b. La seguridad global y la amenaza del terrorismo.

Pero si se analizan las tendencias geopolíticas desde nuestro país no pueden olvidarse hechos como: La crisis climática, la crisis energética (petróleo, gas) y de recursos naturales (agua entre ellos), la crisis alimenticia, biocombustibles, la crisis financiera, la recesión e inflación, la crisis de valores.

La unión de la crisis climática, energética, alimentaria, financiera, productiva y de valores amenazan la gobernabilidad del planeta, en lo que algunos llaman la decadencia de Occidente,

considerando que este ha dirigido la dinámica mundial en los últimos tiempos, sin olvidar el poderío que fue China en el siglo XIX.

Tampoco podemos olvidar que el desarrollo capitalista informacional que une al mundo ceo base en sus redes virtuales ha deteriorado las normas y vida de los seres humanos al alejarlos entre sí, automatizándolos (internet, celulares), cosificando las relaciones, deshumanizándolas, volviéndolas altamente individualistas y consumistas. El consumo es un estilo de vivir acicateado por la propaganda y publicidad, en gran parte una ficción, una burbuja de seres humanos presos de marcas y modas. Deshumanización, individualismo, consumismo frenético, realismo, presentismo, pragmatismo forman parte de nuevos sentidos de la vida, crisis de valores y desviaciones que echan por la borda los viejos valores y traen nuevos, por ello debemos privilegiar la ética, la sana convivencia, la solidaridad, la calidad total (no la de los monopolios sino la superación de las personas para su realización personal y colectiva), los planes estratégicos en un clima de libertad pero también de igualdad y fraternidad.¹³

Tendencias ambientales

Frente a todo lo que se ha anotado, no puede pasarse por alto que el reto actual para la Ingeniería trasciende esas preocupaciones y tiene que ver con un hecho crucial, que ya se ha señalado desde el principio: el entorno que sostiene la vida ya no puede ser más el natural y que, si por razones morales, nos empeñamos en asegurar la sobrevivencia de todos los seres humanos, el entorno deberá ser artificialmente construido. Es allí donde entra la Ingeniería como instrumento indispensable de fabricación de un medio ambiente ad hoc para la especie y para la mayor parte de las demás especies animales y vegetales que sean salvables. La relación entre el hombre y la naturaleza, que en realidad jamás fue todo lo espontánea, como a veces se presume, ahora tiene que ser mediada por la racionalidad y la intencionalidad humanas, operando a través de los instrumentos privilegiados y más competentes que están a la mano para desempeñar esa tarea, a saber, la ciencia y la tecnología.

En este aspecto, hay dos retos centrales que la ingeniería debe enfrentar:

- El agotamiento de los recursos: agua, alimentos y energía.
- El calentamiento global.

Esto implica: La mejora de la eficiencia industrial, para minimizar el consumo de materiales y energía; Una sustancial mejora de la infraestructura, sobre todo de los sistemas de transportes en todo su conjunto (incluyendo vías y vehículos); Una mentalidad sistémica hacia el reciclaje; Un balance muy fino entre la explotación de los recursos y la conservación del ambiente

Desastres imprevistos

Si son imprevistos no hay manera de enumerarlos acá, pero hay amenazas latentes conocidas, como:

- Los desastres naturales. Hay muchos tipos de desastres naturales, pero ahora el país sufre las consecuencias de las lluvias, que se deben, no a su abundancia, sino a la imprevisión y a las acciones del hombre, y en todo ello la Ingeniería tiene mucho que decir hacer.
- Los desastres infecciosos: La globalización ha traído consigo este otro peligro: las pandemias, las enfermedades que se extienden por todo el mundo como la A1N1 y otras. También en este campo la Ingeniería tiene mucho que decir y hacer...

Referencias

1. Valencia, Asdrúbal, “El futuro de la educación en ingeniería: entre la realidad y la virtualidad”, *Reunión Nacional de Acofi*, Cartagena, 2004.
2. Valencia, Asdrúbal, “El futuro de la Ingeniería”, *Revista de Ingeniería Universidad de Antioquia*, No. 19, Diciembre de 1999, p. 85.
3. Schumacher, E.F., *Lo pequeño es hermoso*, Ediciones Orbis, Barcelona, 1983.
4. Prigogine, Ilya, *¿Tan solo una ilusión? Una exploración del caos al orden*, Tusquets, Barcelona, 1988.
5. Valencia, Asdrúbal, “¿Miedo al futuro?”, U. de. A., Medellín, 2003.
6. Canadian Academy of Engineering, *Task Force on the Future of Engineering*, Quebec, December, 2005, p. 6.
7. National Academy of Engineering, *Grand Challenges for Engineering*, Washington, 2008.
8. “Tendencias de la Ingeniería”;
http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Introduccion/tema5_ii.htm
9. Valencia, Asdrúbal, “¿Nos incluirá el futuro?”, Reunión Nacional de Acofi, Cartagena, 2002.
10. Apelian, Diran, “The Engineering Profession in the 21st Century – educational needs and societal challenges facing the profession”, *Hoyt Memorial Lecture*, American Foundry Society, 2007.
11. Valencia, Asdrúbal, “La formación del ingeniero colombiano para el siglo XXI”, *Tendencias de la Ingeniería*, Universidad Piloto, Bogotá, 2008.
12. Osorio M., Carlos, “Los efectos de la Ingeniería en el aspecto humano”, Conferencia presentada en el XXIX Convención Panamericana de Ingeniería, UPADI 2004. Ciudad de México, Septiembre 22 al 25 de 2004.
13. Arroyo, Eduardo, “Tendencias geopolíticas”, *América Latina en movimiento*;
<http://alainet.org/active/27150&lang=es>