

## LAS INGENIERÍAS EN EL SIGLO XXI

MICHEL CORTÉS RENÉ EMILIO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Procesos Industriales Biotecnológicos y Ambientales, Carrera de Ingeniería Química  
Facultad de Ciencias y Tecnología, UAJMS

**Correo electrónico:** renemichelco@gmail.com

### RESUMEN

Irene Strodthoff difunde los Grandes retos de la Ingeniería actual, en base al resultado de una reunión de expertos de todo el mundo convocados por la FUNDACIÓN NACIONAL DE CIENCIAS de Estados Unidos donde definieron las materias en las cuales debiera enfocarse la ingeniería del siglo XXI.

Se concluye que la Ingeniería hoy no debe enfrentar al reto de crear poderosos mecanismos o asombrosas construcciones, sino el de responder a las necesidades de una población cada vez mayor. Por lo tanto, los desafíos actuales se refieren a la sostenibilidad, salud, reducción de la vulnerabilidad y calidad de vida. Desafíos que se resumen en 14 objetivos para la ingeniería del siglo XXI.

### PALABRAS CLAVE

Educación en ingeniería, retos Ingeniería siglo XXI.

### INTRODUCCIÓN

Se presenta un comentario reflexivo de artículos de IRENE STRODTHOFF

A lo largo de este artículo se describen 14 objetivos que deben ser tomados en cuenta en la educación de las ingenierías para responder a los desafíos actuales del siglo XXI:

1. Conseguir que la energía solar sea económica
2. Obtener energía a partir de la fusión

3. Desarrollar métodos de captura del carbono
4. Controlar el ciclo del nitrógeno
5. Suministrar acceso al agua potable
6. Restaurar y mejorar las infraestructuras urbanas
7. Avanzar en la informática para la salud
8. Diseñar mejores medicamentos
9. Hacer ingeniería inversa del cerebro
10. Prevenir el terror nuclear
11. Proteger el ciberespacio
12. Avanzar en el aprendizaje personalizado
13. Enriquecer la realidad virtual
14. Diseñar herramientas para el descubrimiento científico

### 1. OBJETIVOS EN LA EDUCACIÓN DE LAS INGENIERÍAS

La universidad no puede ni debe estar ausente de este proceso del desarrollo de la Ingeniería lo que significa que debemos reflexionar y reorientar nuestros objetivos y plantearnos la necesidad de incorporar la investigación en los planes de estudios, reorientar la inversión hacia el equipamiento de laboratorios con tecnología de punta e incorporarnos a redes de trabajo que permitan capacitar a los profesiones en las

distintos áreas de la ingeniería para acercarnos a estos catorce puntos en los que la ingeniería debe avanzar, para ello es necesario que conozcamos el contenido de los catorce puntos que los expertos resumieron:

### **1.1. LOGRAR QUE LA ENERGÍA SOLAR SEA ECONÓMICA**

El sol provee una energía 10 mil veces mayor que toda la energía comercial que la población utiliza en el planeta. Sin embargo, el mundo consume apenas un 1% de su potencial, comparado con el 85% proveniente del petróleo, gas natural y carbón. Las tecnologías para obtenerla existen, pero transformarla en un medio competitivo requiere esfuerzo. Las celdas solares alcanzan hoy una eficiencia teórica máxima de 31%, por las propiedades electrónicas de la silicón. Aumentarla al 40% puede pasar por el uso de nuevos materiales dispuestos en formas innovadoras. Experimentos recientes con la nanotecnología, la ingeniería de estructuras de tamaños comparables a un átomo o una molécula, indican que los nano-cristales de selenio y plomo podrían alcanzar una eficiencia de 60% o más.

Los avances en ingeniería van a requerir encontrar maneras de integrar esos nano-cristales en un sistema que permita transmitir energía en un circuito así como lograr una alta pureza de material en cada celda a un costo razonable. Si la ingeniería logra desarrollar mejores celdas solares, hacerlas competitivas y proveer maneras eficientes de usar la electricidad de éstas para almacenar energía, el poder del sol superará a los combustibles fósiles para asegurar la prosperidad de la civilización.

### **1.2. OBTENER ENERGÍA DE LA FUSIÓN**

La fusión nuclear, la recreación artificial de la fuente de poder del sol sobre la Tierra, representa un gran desafío. En los reactores resulta imposible alcanzar las altas presiones del astro, pero es factible generar temperaturas más altas que en él.

En el sur de Francia se podrá apreciar pronto el potencial de la fusión, a través de un reactor experimental que alcanzará 500 Megawatts, proyecto se identifica bajo la sigla ITER (International Termonuclear Experimental Reactor). En él se aplicará la fusión por medio de un mecanismo llamado tokamak. Este método inyecta el combustible, lo mantiene en una cámara sin partículas de aire y lo calienta a temperaturas que exceden los 100 millones de grados.

En esas condiciones, los combustibles de fusión se transforman en una materia de carga eléctrica y consistencia gaseosa llamada plasma, cuya primera producción en ITER figuraba para el 2016.

El éxito de la fusión como proveedor de energía dependerá de si la construcción de plantas de generación y su operación segura y confiable conducen a que el costo de la electricidad por esta vía resulte competitivo.

### **1.3. DESARROLLAR MÉTODOS DE CAPTURA DE CARBONO**

Los ingenieros trabajan hoy en formas de capturar y almacenar excesos de dióxido de carbono, proveniente de la combustión de fósiles, para prevenir el calentamiento global. Una idea es dejarlo bajo tierra o a mayor profundidad del fondo del mar. En la época preindustrial, cada millón de moléculas de aire contenía 280 moléculas de dióxido de carbono.

Hoy la proporción supera las 380 moléculas por millón y sigue en ascenso. Capturar el dióxido de carbono y almacenarlo en forma segura fuera de la atmósfera es un reto para la ingeniería.

Los métodos que hoy existen resuelven partes del proceso, pero no el todo. Algunos estiman que el mundo necesitará reservas capaces de contener un trillón de toneladas de dióxido de carbono al final del siglo.

## 1.4 CONTROLAR EL CICLO DEL NITRÓGENO

La ingeniería puede ayudar a restituir el equilibrio del ciclo del nitrógeno con mejores tecnologías de fertilización, así como de reciclaje de la basura. Controlar el impacto de la agricultura en el ciclo global es un desafío creciente para el desarrollo sustentable.

La producción humana de nutrientes adicionales de nitrógeno fijo ha alterado el ciclo natural. Los fertilizantes, que han permitido satisfacer la creciente demanda mundial por alimentos, liberan más de la mitad de la cantidad anual atribuida a la acción humana.

El segundo contribuyente son las leguminosas y el tercero proviene de la combustión de fósiles, donde el aire es tan caliente que la molécula de nitrógeno se separa. Entre las consecuencias menos deseadas figuran el efecto invernadero y la lluvia ácida.

La ingeniería está en condiciones de mantener un abastecimiento sustentable de alimentos sin una degradación ambiental excesiva. El reto se orienta a evitar las fugas de nitrógeno fijo del sistema proveniente de prácticas agrícolas.

Así también la ingeniería es capaz de buscar modos de capturar los gases para propósitos útiles y convertir los desechos animales en fertilizantes orgánicos comprimidos. Pero, los esfuerzos por mitigar la alteración del ciclo pueden repercutir en el costo de los alimentos.

## 1.5 BRINDAR ACCESO AL AGUA POTABLE

La falta de agua potable causa hoy más muertes que la guerra. Cerca de 5.000 niños fallecen a diario en el mundo por males derivados de la diarrea. Una persona de cada seis se encuentra privada del recurso y al menos dos carecen de servicios sanitarios.

Sólo el 3% del agua del planeta es dulce y la mayor parte de ella está en la forma de nieve o hielo. El consumo

de las napas subterráneas es hoy mucho mayor que la velocidad que poseen de volverse e llenar.

Las tecnologías emergentes para desalinizar el agua de mar pueden ser útiles, pero aquellas de pequeña escala destinadas a purificar el agua de uso local parecen ser incluso más efectivas para necesidades individuales.

Hay experiencias de desalinización en Medio Oriente e Israel. Cerca de 12 mil plantas de este tipo operan en el mundo. Pero son caras y requieren una cantidad enorme de energía para funcionar. Su aplicación es limitada en países pobres.

Una nueva aproximación denominada nano-osmosis podría extraer la sal con el uso de diminutas cañerías de carbono, que han demostrado poseer propiedades de filtro excepcionales.

Mientras algunos son partidarios de reducir la pérdida en el uso del agua, otros respaldan la utilización de aparatos descentralizados de destilación, del tamaño

de una lavadora de platos, que brindarían agua limpia para 100 personas al día.

Para un futuro saludable y sostenible del planeta, es necesario desarrollar métodos más sofisticados para asegurar un suministro adecuado de agua. Las tecnologías

avanzadas y a precio razonable pueden marcar una diferencia para millones de personas.

## 1.6 RESTAURAR Y MEJORAR LA INFRAESTRUCTURA URBANA

En 2005, la Sociedad Norteamericana de Ingenieros Civiles emitió un informe en que evaluó distintas categorías de la infraestructura en Estados Unidos. La nota promedio fue una "D". La "E" es la peor.

La ingeniería de este siglo enfrenta el gran desafío de modernizar desde los sistemas de agua, energía y gas hasta las redes viales y ferroviarias, en particular en

las zonas urbanas y en ciudades que exceden los 10 millones de habitantes.

Parte importante de la infraestructura actual se encuentra bajo tierra. En algunos casos, los registros de tuberías y cables están incompletos o no disponibles.

Un tema es crear un método capaz de describir e identificar esta red subterránea. Un proyecto de este tipo comenzó a avanzar en Gran Bretaña, con señales electromagnéticas. La idea es localizar estructuras metálicas que puedan transmitirlos a través de la tierra, tal como un reflector permite ver a un ciclista en la noche. El transporte es clave hoy en el desarrollo de la infraestructura. El gran objetivo para los ingenieros apunta a crear sistemas integrados para el peatón, ciclista y automovilista, donde el tránsito sea fácil y eficiente.

Si bien los esquemas básicos han estado presentes por siglos, se requiere avanzar en informática y robótica para construir más rápido y a un costo menor, tener un mejor sentido estético de las construcciones y comunicar su valor a la sociedad.

## **1.7 AVANZAR EN LA INFORMÁTICA DE LA SALUD**

El manejo sistemático de la informática de la salud – el proceso de obtener, almacenar y usar la información - puede fortalecer la calidad y eficiencia de la atención médica y la respuesta a emergencias de salud pública, como pandemias o ataques químicos.

Los sistemas futuros deben garantizar el intercambio compatible y la actualización de datos, así como formas de constatar la identidad del paciente y mantener un registro de su perfil individual, de modo que el doctor brinde el consejo propicio a tiempo.

La informática de la salud debe también considerar nuevas tecnologías capaces de almacenar información, sin visitar al médico, por medio de mecanismos portátiles

o pequeños sensores electrónicos que monitoreen el pulso y la temperatura.

Estos son microsistemas inalámbricos integrados denominados WIMS, que avisan si un paciente requiere ayuda en el hospital o incluso en casa. Una estructura informativa sólida permitirá a los profesionales de la salud detectar, seguir y mitigar una emergencia.

Frente a armas químicas o biológicas, se requiere vigilancia y detección a través del monitoreo del agua, aire, suelo y comida. El paso siguiente es el diagnóstico y luego el seguimiento de dispersión de toxinas o virus. Hoy operan narices artificiales por medio de chips computacionales, que aún son menos sensibles que la de un perro. Sin embargo, es posible desarrollar diminutos mecanismos (nanoporos) que envían señales eléctricas si una molécula peligrosa atraviesa un poro.

Mantener a una población saludable en este siglo requerirá de métodos de ingeniería para rediseñar redes informáticas de salud global y local, que permitan reunir y almacenar información médica sobre la población en forma segura.

## **1.8 DISEÑAR MEJORES MEDICAMENTOS**

Las tecnologías en la medicina son ofrecidas como “talla única”, sin considerar las diferencias individuales. Un objetivo de la ingeniería biomédica es aplicar la medicina personalizada, que combina información genética y datos clínicos.

Las variaciones que existen entre las composiciones químicas presentes en el 1% del organismo predisponen al ser humano a ciertas enfermedades y afectan el modo en que la persona responde a un tratamiento médico.

Los doctores debieran poder diagnosticar y tratar a un paciente sobre la base de esas disimilitudes, de tal manera de contribuir a diseñar medicamentos y dosis para satisfacer las necesidades individuales.

Se requieren métodos eficaces para enviar drogas personalizadas al lugar del cuerpo donde se encuentra la afección. A modo de ejemplo, las nanopartículas

pueden liberar insulina sólo cuando la concentración de glucosa en la sangre es alta.

También, se necesitan medicamentos renovados ante el creciente peligro de ataques de agentes como bacterias mortíferas o virus, ante los cuales hasta los

antibióticos más poderosos parecen ser ineficaces.

Un futuro saludable de la población mundial va a depender, entre otros factores, de las nuevas estrategias de la ingeniería para superar múltiples resistencias a

ciertos remedios y crear vacunas efectivas.

### **1.9 REPRODUCIR EL CEREBRO**

La ingeniería y neurociencia traerían grandes progresos en el cuidado de la salud, manufacturas y comunicación.

Por décadas, los ingenieros se han concentrado en cómo crear máquinas pensantes y computadores capaces de imitar la inteligencia humana. Sin embargo, la inteligencia artificial ha sido difícil de alcanzar. Mientras algunos expertos estiman que el cerebro artificial ha sido diseñado sin mayor atención sobre el real, descubrir sus secretos significaría reproducir la inteligencia con precisión.

Los trastornos neurológicos podrán ser resueltos con innovaciones tecnológicas de elementos que imitan el trabajo de células nerviosas perdidas o dañadas y que ayudarán a las víctimas de demencia a recordar, a los ciegos, a ver y a los inválidos, a caminar. Prótesis neurológicas han sido aplicadas en la forma de implantes para tratar pérdidas de la audición o electrodos para atenuar la enfermedad del Parkinson así como retinas artificiales. Programas aún más ambiciosos se encuentran en desarrollo para manejar piernas o brazos

artificiales. Los ingenieros han visualizado implantes computarizados que pueden recibir señales de miles de células cerebrales; luego transmiten la orden de manera inalámbrica a un mecanismo de interfaz que decodifica las intenciones de la mente y después mandan la información a la pierna o mano ortopédicas o incluso a nervios y músculos para impulsar los movimientos buscados.

Si bien el progreso hasta ahora es notable, falta conocer los códigos de comunicación secretos del cerebro, debido a que son complejos y a que las señales son generadas a distintos ritmos y por rutas diferentes.

### **1.10 EVITAR EL TERROR NUCLEAR**

Mucho antes del ataque a las Torres Gemelas en 2001, ya había preocupación por la posible muerte de 300 mil personas y la pérdida de enormes superficies de uso productivo por un acto de terrorismo.

Hoy existen dos millones de kilos de plutonio o uranio enriquecido en el mundo. Para construir una bomba se necesitan menos de 10 kilos de plutonio o unas pocas decenas de kilos de uranio.

La seguridad nuclear representa uno de los temas más urgentes del siglo, que no sólo considera aspectos políticos e institucionales, sino técnicos. La ingeniería enfrenta la necesidad de encontrar el material peligroso, registrarlo, asegurarlo y detectar su desviación o transporte para uso terrorista.

Así también requiere transformar un arma potencial en algo inocuo, ser capaz de dar una respuesta de emergencia, impulsar un programa de limpieza y comunicación pública y determinar el responsable de la acción terrorista.

Una solución posible de la ingeniería es el desarrollo de un mecanismo pasivo, cerca de un reactor que puede transmitir información en tiempo real dentro de la planta y revelar cualquier resto de plutonio.

Una nueva forma, denominada “lavado nuclear del auto”, ha dado buenos resultados en la inspección de los contenedores en los puertos. Cada unidad pasa por una correa transportadora con un sofisticado sistema de escaneo. El reto para los ingenieros es expandir estos esquemas a un costo razonable.

### **1.11 PROTEGER EL CIBERESPACIO 11**

Conocido como la red electrónica de información compartida, el ciberespacio enfrenta la necesidad de proteger la confidencialidad y la integridad de transmitir información y evitar robos de identidad.

Por medio de la red se controlan desde los semáforos hasta las rutas de los aviones, señales de televisión, teléfonos celulares, así como los servicios de suministro energético y financieros. Un ataque podría tener efectos fatales para la sociedad y los individuos.

Los mecanismos usuales de proteger un computador son los bloqueos denominados firewalls. Sin embargo, pueden ser penetrados o evitados por caminos alternativos. Por ello, se requiere confirmar la identidad de los usuarios con mayor acuciosidad. Un mecanismo es el uso de la huella digital. Otra solución de ingeniería es inyectar mayor seguridad en los programas de información computacional así como en el transporte de datos por Internet.

Las soluciones de la ingeniería deben considerar que el éxito del sistema de seguridad va a depender del todo y no sólo de proteger a las partes, de tal manera que los delitos informáticos han de ser combatidos desde la óptica personal, social y política.

### **1.12 PROGRESAR EN EL APRENDIZAJE PERSONALIZADO**

El sistema de “talla única” también se ha aplicado a la educación. Se le entrega un grupo de instrucciones en forma idéntica a una clase, sin importar las diferencias de aptitudes o intereses.

En los últimos años ha surgido una creciente valorización de las preferencias y habilidades individuales, donde la enseñanza se adapta a las necesidades de cada uno.

La utilidad de la educación personalizada radica en contar con grupos de estudiantes motivados por los ejemplos, las respuestas o la solución de problemas. La investigación en neurociencia permitirá refinar la instrucción personalizada. Debido a la diversidad de preferencias individuales y la complejidad de cada cerebro humano, un gran desafío para la ingeniería informática es desarrollar métodos que optimicen la enseñanza y la hagan más confiable.

### **1.13 OPTIMIZAR LA REALIDAD VIRTUAL**

A nivel popular, la realidad virtual se circunscribe a una serie de ilusiones que mejoran los juegos de video o engrosan la trama de películas de ciencia ficción. Sin embargo, en el campo especializado se ha convertido en una herramienta nueva y poderosa.

Su aplicación va desde capacitar a practicantes hasta tratar pacientes. Los ingenieros crean hoy autos completos y aviones en forma virtual para probar los principios de la ergonomía, seguridad y acceso a mantención.

Con la peculiaridad de dar la impresión de estar en un lugar diferente al real, la realidad virtual es tan vívida que una persona llevada al borde de un abismo demuestra miedo y ansiedad.

Ya se ha usado para tratar personas que sufren de ciertas fobias a la altura y a las arañas. Los cirujanos pueden practicar operaciones virtuales y los soldados aprenden tácticas de combate sin disparar.

Con el fin de imitar con eficacia la realidad, la ingeniería debiera mejorar la calidad de la imagen y el campo visual ser tan amplio que la luz y sombra se reflejen con total naturalidad. Además, debiera ser capaz de reproducir

sensaciones de sonido, tacto y movimiento. El reto apunta a identificar qué nivel de detalle se requiere para que un usuario responda a eventos virtuales en forma real.

### **1.14 DISEÑAR HERRAMIENTAS PARA EL DESCUBRIMIENTO CIENTÍFICO**

En un siglo más, los ingenieros aún serán socios de los científicos en el desafío de entender múltiples interrogantes de la naturaleza. Los científicos aún deben aprender sobre la relación entre los genes y las enfermedades, así como la función del ADN.

En el camino de la exploración, los biólogos dependerán de la ayuda de la ingeniería, en la forma de nuevos microscopios o métodos bioquímicos capaces de estudiar la memoria, el aprendizaje, las emociones y el pensamiento.

La física podría requerir nuevas herramientas para develar los secretos de la materia y la energía, a través de la desintegración del átomo para explorar zonas más allá de los límites de la tecnología actual.

Las fronteras de la realidad y del conocimiento pueden ser estudiadas por medio de nuevas herramientas para investigar el cosmos y la complejidad interna de la vida y los átomos. El espacio representa el misterio de la existencia.

## **2. CONCLUSIONES**

Como se observa en los catorce objetivos existen un sin número de necesidades que generan ideas de trabajos de investigación y de trabajos de grado para desarrollar en la Universidad, para ser parte de ellos la Universidad y la Facultad debe cambiar su estructura que permita estar cerca de las necesidades del siglo XXI para ello: los docentes deben cambiar de actitud y los estudiantes deberán estar abiertos a nuevas formas de estudio para ser protagonistas del avance de la ingeniería del siglo XXI.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Grandes retos de la ingeniería actual expertos de todo El mundo convocados por la fundación nacional de ciencias de Estados Unidos definieron las materias en las cuales debiera enfocarse la ingeniería del siglo xxi. <https://es.scribd.com/doc/51674198/retos-de-ingenieria>