

003. LAS REVOLUCIONES TECNOLOGICAS Y EL FUTURO DE LA INGENIERIA

Autor:

Víctor Manuel Cárdenas, Ph.D.

v1m2c72@gmail.com

RESUMEN

Considerando que la tecnología es la base de la ingeniería, este artículo analiza la influencia de las revoluciones tecnológicas en el desarrollo de la misma, al igual que puntualiza los cambios que se debe dar en la formación de los ingenieros del futuro portadores de nuevas habilidades y destrezas que satisfagan los requerimientos de la sociedad del siglo XXI.

Nunca antes en la historia de la humanidad, los cambios vertiginosos de la tecnología han influenciado tanto en el que hacer de la ciencia y de la ingeniería, a tal punto que si no se toman las medidas adecuadas y oportunas nos veremos abocados a un proceso de obsolescencia y extinción de muchas carreras de ingeniería.

La ingeniería del futuro es multiescalar, multidisciplinaria, abierta, que considera el ciclo de vida integral de los productos; donde la calidad, el cumplimiento y la reingeniería de los sistemas es común. Una Ingeniería donde participan más máquinas que seres humanos, trabajando en realidades virtuales, en permanente aprendizaje e interacción con otros campos como el arte, la economía y la política.

Del análisis del desarrollo tecnológico se puede diagnosticar: las actividades, la formación, las habilidades y los campos ocupacionales de la ingeniería del futuro.

PALABRAS CLAVES

Ingeniería del futuro, historia de la ingeniería, educación en ingeniería, las revoluciones tecnológicas, ingeniería y tecnología.

ABSTRACT

Considering that technology is the basis of engineering in this article, I analyze the influence of technological revolutions in the development of it, at the same time that I point out the changes that must be made in the training of future engineers with new skills and skills that meet the requirements of 21st century society.

Never before in the history of humanity, the rapid changes in technology have influenced both what to do science and engineering, to such an extent that if appropriate and timely measures are not taken we will be forced into a process of obsolescence and extinction of many engineering careers.

Engineering of the future is multiscalar, multidisciplinary, open that considers the integral life cycle of the products; where quality, compliance and re-engineering of systems is common. An Engineering where more machines participate than human

beings, working in virtual realities, in permanent learning and interaction with other fields such as art, economics and politics.

The analysis of technological development can be diagnosed: the activities, training, skills and occupational fields of engineering of the future.

KEYWORDS:

Engineering of the future, history of engineering, education in engineering, technological revolutions, engineering and technology.

INTRODUCCIÓN

Hay muchos tipos de ingenieros. Algunos crean cosas que son tan pequeñas que solo se pueden ver con microscopios. Algunos fabrican cosas que usamos con nuestras manos todos los días, como teléfonos móviles y computadoras portátiles. Otros construyen a lo grande: diseñando autos, aviones y rascacielos. Los ingenieros tienen las habilidades para convertir los productos de la imaginación en innovaciones del mundo real. A medida que el conocimiento y las necesidades de la humanidad aumentan, crecen las demandas de ingeniería. Inventar herramientas y tecnología para el mejoramiento de la humanidad es una tarea especial. Esto significa que el futuro estará lleno de nuevas oportunidades para los ingenieros.¹

Hay mucho de que estar orgullosos en el campo de trabajo de la ingeniería. Cuentan con seres magníficos en esta profesión, aquellos hombres que descubrieron los secretos del movimiento y desarrollaron las máquinas, ingenios que liberaron al hombre de las cadenas del trabajo bruto y repetitivo. Seres que descubrieron que el calor se podía transformar en movimiento, inventando los motores, las turbinas y dominando los ciclos de potencia. Personas que descubrieron la electricidad y nos llenaron de luces en la noche y de potencia móvil al alcance de la mano y de comodidades hogareñas².

Cuentan con magos de la electrónica, que han desarrollado circuitos de poder inmenso, capaces de controlar y de pensar hasta límites nunca imaginados. Son ricos en maestros de las transformaciones, los que convirtieron la alquimia en química poderosa, capaz de crear materiales para todo uso. Otros seres ejemplares han desarrollado las vías, los puentes, las ciudades y los puertos hasta puntos maravillosos; otros han desarrollado métodos y sistemas para simplificar la complejidad y ponerla al alcance de todas las personas. Otros han facilitado el acceso a los recursos ocultos en los más recónditos rincones de la tierra.

El acelerado desarrollo de la tecnología en base a los conocimientos científicos generados en los albores del siglo pasado e inicios del presente, abren un abanico de posibilidades para desarrollo de la humanidad. La ciencia moderna es de carácter tecnológico, es decir que los descubrimientos científicos ya no impulsa la tecnología sino que, es ésta la que plantea los problemas que tiene que resolver la ciencia, la misma que ha cedido su papel protagónico, debido a que no ha podido enlazar el comportamiento de la materia a nivel nano, micro y macro.

Nunca antes el hombre tuvo la capacidad de modificar las leyes de la naturaleza a su antojo, gracias a la destreza de manipular la materia a nivel subatómico, pudiendo dar rienda suelta a los sueños más inverosímiles. Si bien es cierto las bondades del desarrollo de la humanidad con nanotecnología son múltiples, pero también el peligro de extinción tiene muchas aristas. De todas maneras, hagamos un esfuerzo por delinear el futuro de la ingeniería mirando su pasado enriquecedor⁴.

Todo tiene su lado oscuro y que las maravillas de la ciencia, en la cual se apoya la ingeniería y las hazañas de la tecnología, han dado lugar también a consumismo, a materialismo, a agotamiento de los recursos, a problemas ecológicos, a impactos excesivos sobre la tierra, una vida apresurada que al parecer deja pocos espacios para la espiritualidad y el humanismo. Pero, esa nunca ha sido la intención y somos conscientes de la tarea de armonizar lo que se crea, de buscar un equilibrio, de ser integrales y cuidadosos. Es este un desafío que no se rechaza y que exige un trabajo interdisciplinario con todas las profesiones y oficios humanos.²

En los viejos tiempos, 1325 DC para ser más precisos, un ingeniero se definió como "un constructor de motores militares". En aquel entonces, la ingeniería se dividía en dos categorías: ingeniería militar e ingeniería civil. El primero involucró la construcción de fortificaciones y motores militares, este último se refería a proyectos no militares, por ejemplo, la construcción de puentes. Esta definición ahora es obsoleta, ya que la ingeniería se ha ampliado para incluir una gran cantidad de disciplinas.

El origen exacto de la palabra "ingeniería" proviene de la época en que los humanos se aplicaron a inventos hábiles. El hombre evolucionando aún más en el mundo inventó dispositivos como la polea, la rueda y las palancas. La palabra ingeniero tiene su raíz en la palabra motor, que proviene de la palabra latina ingenium, que significa "calidad innata particularmente de poder mental". Y así, la palabra ingeniero surgió como una persona que crea invenciones ingeniosas y prácticas².

Hoy en día, se describe a un ingeniero como alguien que ha adquirido y aplica sus conocimientos científicos y técnicos para diseñar, analizar y construir trabajos útiles, ventajosos y funcionales. Esto implicaría estructuras, máquinas y aparatos, procesos de fabricación, así como la previsión de su comportamiento en condiciones ambientales particulares. Todo esto se logra teniendo en cuenta la funcionalidad, la economía operativa y la seguridad para la vida y la propiedad.

La ingeniería es una disciplina amplia con muchas sus disciplinas dedicadas a diversos campos de estudio con respecto a tipos particulares de tecnologías o productos.

Los ingenieros pueden comenzar su carrera siendo entrenados en una disciplina específica, pero, debido a los trabajos de ingeniería que llevan a cabo, a menudo se vuelven multidisciplinarios y han trabajado en una variedad de campos diferentes.³

LA INGENIERIA DEL PRESENTE

A partir del siglo XIX se ha hecho cada vez más patente la interacción entre el sistema general de la sociedad y el subsistema tecnológico. La sociedad impulsa o deprime el desarrollo de la tecnología mediante factores económicos, orientaciones políticas, previsión de recursos humanos, expectativas de utilización, y aun las conductas de los individuos. Se comprende así que cualquier análisis prospectivo de la ingeniería pasa por una mirada a las tendencias tecnológicas globales más importantes, entre las cuales están las siguientes:

- - La consolidación de la tecnología electrónica en el siglo XX, que ha permeado todas las áreas del conocimiento y las diferentes aplicaciones de la producción y los servicios. Se manifiesta en el continuo reemplazo de mecanismos por dispositivos cibernéticos, etc.; esto seguirá teniendo impacto en la economía, en la industria, en los procesos de manufactura, en la formulación de los perfiles ocupacionales y en general, en la organización del trabajo.
- - La profundización del uso de la informática en todos los campos, lo cual ha ampliado su radio de acción: desde las actividades empresariales de alta dirección hasta las operativas; desde las de mercadeo hasta la difusión global del conocimiento, y la educación formal, no formal y virtual.
- - La aparición de redes de comunicación global, entre las que cobran importancia las de computadores en todas sus modalidades (internet). Por ejemplo, en el mercadeo, en la manufactura, en el transporte, en la industria, en el trabajo de laboratorio, en la cultura, en la investigación, etc.
- - El surgimiento de tecnologías alternativas para impedir los crecientes deterioros del ambiente, que tanto preocupan al mundo actual. Si bien el desarrollo industrial ha transformado la naturaleza en su conjunto, los balances entre ventajas y desventajas a largo plazo comienzan a influir en las alternativas para preservar el medio ambiente.
- - La consolidación de la tecnología apoyada en la biología, de lo cual la ingeniería genética o biotecnología son ejemplos. Esta tendencia se fortalece con la permanente simbiosis entre tecnologías de punta, lo cual está dando lugar a nuevas áreas de trabajo y a la difusión de nuevos productos.
- - La emergencia de metodologías blandas, que son simbiosis entre técnicas sociales y aplicaciones científicas⁹.

Las anteriores tendencias tecnológicas indican que el ambiente en el cual trabajarán los ingenieros del siglo XXI estará caracterizado por las industrias basadas en el conocimiento, con productos de alto valor agregado, una gran dependencia sobre la aplicación de la ciencia básica en el desarrollo de productos, y un proceso de desarrollo-diseño-manufactura basado en elevados niveles de simulación y de flujo de información⁶.

Los ingenieros actualmente se dedican:

- 1.- Al diseño y construcción de aparatos voladores con distintos sistemas de propulsión, acompañados de sistemas de simulación computarizada.
- 2.- Mejoran la tecnología de los procesos de cultivo, cosecha y almacenamiento de los productos agrícolas.
- 3.- Asegurar de que el suelo, el agua y el uso de la tierra se administren teniendo en cuenta la sostenibilidad.
- 4.- Diseñan y crean herramientas de diagnóstico para comprender los problemas que tienen los pacientes, monitorear importantes métricas de salud y ayudar a los médicos con terapias.
- 5.- Diseñar y construir estructuras y edificaciones de diferentes tipos garantizando la seguridad, eficiencia y sostenibilidad.
- 6.- Diseñan y construyen plantas de energía, plataformas de telecomunicaciones y dispositivos electrónicos para las computadoras y los equipos de automatización y computarización de la industria.
- 7.- Protegen a las personas y al medio ambiente. Desarrollan soluciones a problemas relacionados con la gestión de recursos y residuos, como el tratamiento del agua, las emisiones de CO₂ y la contaminación del aire.
- 8.- Diseñar y construir naves y estructuras que nos permiten viajar, explorar y obtener recursos de los océanos del mundo.
- 9.- Producir materiales con propiedades extraordinarias y con diversidad de funciones, de muy poco peso, pero, de altísima resistencia.
- 10.- Diseñan y construyen dispositivos, equipos, máquinas y sistemas que hacen funcionar al mundo.
- 11.- Diseña y construye robots que ayudan a los humanos en todas las áreas de la vida
- 12.- Diseñan y construyen a una escala increíblemente pequeña en varios campos de la ciencia y la tecnología especialmente en: microscopía avanzada, síntesis de ADN y en materiales avanzados.
- 13.- Crean programas informáticos complejos que hacen que la vida moderna sea conveniente y esté conectada.
- 14.- Están haciendo posible la práctica de la ingeniería en el espacio y en las profundidades de los océanos.

LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS DEL FUTURO

En el pasado, los cambios en la profesión de ingeniería y la educación de ingeniería han seguido los cambios en la tecnología y la sociedad. Se agregaron disciplinas y se crearon currículos para enfrentar los desafíos críticos en la sociedad y proporcionar la fuerza de trabajo requerida e integrar nuevos desarrollos en nuestra economía. El paisaje de hoy es poco diferente; la sociedad cambia continuamente y la ingeniería debe adaptarse para seguir siendo relevante.

Pero, debemos preguntarnos si le sirve bien a la nación para permitir que la profesión de ingeniería y la educación de ingeniería retrasen la tecnología y la sociedad, especialmente a medida que el cambio tecnológico ocurre a un ritmo cada vez más rápido. Más bien, ¿debería la profesión de ingeniería anticiparse a los avances necesarios y prepararse para un futuro en el que brindará más beneficios a la humanidad? Asimismo, ¿la educación en ingeniería debería evolucionar para hacer lo mismo?³.

La tecnología ha cambiado el marco social alargando nuestra esperanza de vida, permitiendo a las personas comunicarse de maneras inimaginables en el pasado y creando riqueza y crecimiento económico al llevar las virtudes de la innovación y la funcionalidad mejorada a la economía en ciclos de desarrollo de productos cada vez más cortos. Se están acercando aún más oportunidades notables a través de nuevos desarrollos en nanotecnología, logística, biotecnología y computación de alto rendimiento. Al mismo tiempo, con el estrechamiento de los vínculos mundiales, surgen nuevos desafíos y oportunidades como consecuencia de la rápida mejora de las capacidades tecnológicas en países como India y China y la amenaza del terrorismo en todo el mundo.

En pocas palabras, los ingenieros crean, diseñan y hacen cosas útiles. "Cosas" incluye casi todo lo que ves a tu alrededor, casi todo lo que usas y casi todos los procesos que resultan en algo útil. Aún más fundamental, la ingeniería es un conjunto de hábitos mentales, como se establece en el informe de 2014 de la Real Academia de Ingeniería de pensar como un ingeniero que traen implicaciones para el sistema educativo. Estas actitudes trascienden los detalles técnicos de cada subdisciplina (termodinámica, análisis estructural, teoría de circuitos electrónicos o lo que sea). Consideran la ingeniería como un proceso, no la adquisición de un cuerpo de conocimiento. Y hay algunas señales de que algunas universidades, en el Reino Unido y en otros lugares, están tratando de cambiar el estereotipo de ingeniería, reconociendo que el tema es sobre creatividad, diseño e innovación, e incluye disciplinas tan diversas como ética, retórica, finanzas y gestión⁵.

En el Reino Unido, el University College London se ha embarcado en un "programa de ingeniería integrada", cuya esencia es la unificación de la ingeniería con el mundo que nos rodea. El programa, que por el momento se enfoca en estudiantes de primer año, comparte con la mayoría de los programas de ingeniería innovadores en todo el mundo el reconocimiento de que los ingenieros operan en una sociedad holística, en

la cual sus habilidades solo pueden implementarse útilmente con el consentimiento de políticos, financieros, y especialistas en ética.

En otras partes del mundo, se han introducido importantes innovaciones en los planes de estudios de ingeniería. En un orden histórico aproximado, estos incluyen la Universidad de Aalborg en Dinamarca, con su enfoque en el aprendizaje basado en problemas desde 1974; Olin College of Engineering en Massachusetts, fundado en 1997, con aprendizaje orientado a la experiencia y casi no conferencias; el iFoundry de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, un experimento interdisciplinario que comenzó en 2008. La Escuela de Ingeniería Lassonde en Toronto, creada en 2012 con el objetivo de educar a los "ingenieros del Renacimiento"; y, también establecida en 2012, la Universidad de Tecnología y Diseño de Singapur, que centra su plan de estudios completo en el diseño. Estas iniciativas comparten una serie de características interesantes, como el aprendizaje activo, el trabajo en equipo, una alta proporción de personal por alumno y un cuerpo de pregrado que se acerca al 50% de mujeres¹¹.

Una nueva iniciativa en el Reino Unido, llamada provisionalmente Nuevo Modelo en Tecnología e Ingeniería, tiene como objetivo aprender de estos y otros ejemplos internacionales y ofrecer programas en "ingeniería liberal". Entre las características claves de la institución basada en Hereford, cuyo desarrollo está en el compromiso con la paridad de género, las evaluaciones basadas en competencias en lugar de los exámenes tradicionales, el aprendizaje basado en problemas del mundo real, enseñado en un cronograma de bloque consolidado y en un plan de estudios combinado de alta calidad, con una mezcla de temas de ingeniería y negocios básicos y humanidades.

Se sabe que el aprendizaje activo, en forma de aprendizaje basado en problemas, en proyectos o experimentos, es mucho más efectivo para desarrollar la comprensión que la memorización: al final del cual las conferencias han sido tradicionalmente los medios.

Probablemente todos están de acuerdo en que nuestros aviones o plantas de tratamiento de agua sean diseñados por ingenieros que entienden por qué y cómo funcionan, en lugar de aquellos que han memorizado la fórmula correcta, pero, no saben lo que significa. La única función creíble para una conferencia es inspirar a los estudiantes, pero, desafortunadamente la mayoría de ellas no lo hacen. También es extraño (pero común) escuchar los programas universitarios que se discuten o incluso clasificar de acuerdo con el número de horas dedicadas a las conferencias. Seguramente esto debería ser una medida inversa: cuantas menos lecturas, mejor³.

Más del 70 por ciento de los graduados de ingeniería del Reino Unido ahora obtienen un título con " honores", pero ¿de qué sirve esa terminología para un reclutador? Sería mucho mejor para un graduado presentar una cartera de logros reales, junto con una explicación de su propio estilo de trabajo probado y comprobado. En ingeniería, esto es bastante factible: esperaríamos que un estudiante que ha estado aprendiendo activamente haya acumulado una docena o más de ejemplos de logros, tales como

cosas que han hecho, diseños que han desarrollado, procesos que han inventado o incluso equipos simples. Ninguno de estos se evidencia por el resultado de un examen escrito.

Los estudiantes adoptan un enfoque sistémico, hablan con las partes interesadas clave y luego trazan un mapa de la relación causal entre las tecnologías, la economía y los sistemas sociales más amplios, como las redes de salud, bienestar, educación y sus interrelaciones. Aunque se trata de un desafío de ingeniería, rápidamente se dan cuenta de que para resolverlo es necesario que comprendan un amplio espectro de personas y perspectivas. El objetivo es entregar un breve informe de sus hallazgos y propuestas para dirigirse a los responsables de las políticas relevantes⁹.

La ingeniería es mucho más que solo ciencia aplicada. Si el desafío es cumplir los objetivos mundiales de dióxido de carbono, abordar la escasez de vivienda o abordar los acertijos morales relacionados con el surgimiento de la inteligencia artificial, no existe un debate político global, una política local o una decisión cotidiana que no implique ingeniería de alguna manera. La esencia de la ingeniería está en su práctica, por lo que preparar a los estudiantes para los problemas del mundo real en toda su complejidad es vital.

La generación del milenio debe asumir los complejos desafíos humanos de garantizar la seguridad alimentaria, la energía sostenible y el acceso universal al agua potable. Y deben darse cuenta del verdadero potencial de los vehículos sin conductor, la impresión 3D, la computación cuántica, la robótica avanzada y la inteligencia artificial en un futuro descrito por el Foro Económico Mundial como la Cuarta Revolución Industrial.

Abordar estos desafíos y posibilidades requiere equipos de talento diverso. Los ingenieros deben ser humanistas y tecnólogos, pensar en grandes sistemas, diseñar pensando en las personas y considerar las consecuencias a largo plazo de sus acciones. Sin embargo, la educación en ingeniería continúa convirtiéndose en lobos solitarios, versados en conceptos teóricos y exámenes de aprobación¹⁰.

La Escuela de Ingeniería Lassonde en la Universidad de York en Toronto, Canadá se estableció hace unos años con esto en mente. Está construyendo el hogar de lo que llamamos el ingeniero del Renacimiento, que lleva la educación de ingeniería a los principios en los que se fundó, con la práctica y la teoría yendo de la mano.

En pocas palabras, se debe cambiar lo que enseñamos, cómo lo enseñamos y a quién lo enseñamos. Primero, necesitamos un plan de estudios más amplio y más rico que reequilibre el conocimiento técnico con el aprendizaje práctico. En Lassonde, han desarrollado asociaciones con la Escuela de Negocios y la Facultad de Derecho en la universidad para brindar a los estudiantes de ingeniería la oportunidad de aprender conceptos tales como comercialización y propiedad intelectual. También se ha dado a cada estudiante la oportunidad de realizar prácticas en empresas o comenzar sus propias compañías como parte integral de su educación.

En segundo lugar, "cambiar el aula" para que los estudiantes aprendan el contenido del curso en línea a través de videos y realidad virtual, antes de venir a clase para interactuar con académicos y compañeros en proyectos basados en el diseño. En los nuevos edificios tenemos cero salas de conferencias. Han sido reemplazados por aulas flexibles, espacios de colaboración, "laboratorios" dirigidos por estudiantes, en los que los estudiantes pueden trabajar en sus propios proyectos de pasión, e incluso salas de siesta. Con sus pisos de madera, paredes de pizarras blancas y fachada icónica de vidrio y aluminio, el espacio se ve y se siente más como una sede central de despegue que el típico edificio de ingeniería clásico.

En tercer lugar, y quizás lo más importante, cambiar a quién enseñamos. En las últimas décadas, las mujeres han alcanzado posiciones de poder e influencia en nuestras sociedades, las empresas y los gobiernos han aprendido que la diversidad de género en las salas de juntas y los gabinetes tiende a producir mejores decisiones. Pero, mientras que las facultades de derecho y medicina a menudo son mujeres la mayoría hoy en día, eso está lejos del caso de la ingeniería, donde las mujeres todavía representan menos del 20 por ciento de la clase de pregrado típica. La educación en ingeniería se está perdiendo el talento femenino y las sociedades no tienen la perspectiva de que las mujeres son capaces de resolver problemas⁶.

Por último, dar a los estudiantes la confianza para abordar las preguntas que no tienen una respuesta, en lugar de simplemente aprender las respuestas a las preguntas que ya tienen una solución. Aprender a escuchar a los estudiantes en lugar de sermonearlos. Sobre todo, los estudiantes de ingeniería deben pensar creativamente codificando, creando prototipos y diseñando un futuro en el que los humanos y la tecnología sean aliados, no adversarios.

Se prevé que la innovación tecnológica impulsará cambios en las carreras de ingeniería, lo que significa que los profesionales deben estar al tanto de los posibles cambios y asegurarse de que pueden adaptarse a éstos.

- El futuro de los trabajos de ingeniería depende en gran medida de las innovaciones tecnológicas; pero, en todo caso las áreas prioritarias donde los ingenieros encontrarán una ocupación fructífera serán: automatización, software, combustibles fósiles y aspectos ambientales.
- La enseñanza de alta calidad para la educación de ingeniería debe usar los métodos de enseñanza más efectivos basados en la evidencia¹.

Los buenos maestros equilibran la enseñanza con la relevancia y la motivación con la enseñanza para la comprensión. Esto es difícil de hacer bien. Los estudiantes quieren autenticidad. Quieren aprendizaje y diseño basados en proyectos. En la Universidad de Michigan el aprendizaje basado en proyectos para la educación en ciencias se estaba desarrollando por primera vez, y sabíamos que a menudo no funcionaba. A menudo es demasiado complejo y conduce al fracaso, tanto en el proyecto como en el aprendizaje. La instrucción directa es mucho más eficiente para el aprendizaje, pero se pierde en los componentes que inspiran, motivan e involucran a los estudiantes. Tenemos que equilibrar esto.

Llevando las aspiraciones un paso más allá al establecer los atributos necesarios para los graduados de 2020. Estos incluyen rasgos tales como fuertes habilidades analíticas, creatividad, ingenio, profesionalismo y liderazgo.

La profesión de ingeniería debe tomar la iniciativa para definir su propio futuro, debe:

- 1.- Acordar una visión interesante para su futuro;
- 2.- Transformar la educación de ingeniería para ayudar a lograr la visión;
- 3.- Construir una imagen clara de los nuevos roles de los ingenieros, incluidos los líderes tecnológicos de amplia base, en la mente del público y los posibles estudiantes que pueden reponer y mejorar la base de talentos de una fuerza de trabajo de ingeniería que envejece; y
- 4.- Encontrar maneras de enfocar las energías de las diferentes disciplinas de la ingeniería hacia objetivos comunes.

Si los países quieren mantener su liderazgo económico y ser capaz de mantener su parte de empleos de alta tecnología, debe prepararse para una nueva ola de cambios. Si bien no hay consenso en esta etapa, se acordó que la innovación es la clave y la ingeniería es esencial para esta tarea; pero la ingeniería solo contribuirá al éxito si puede continuar adaptándose a las nuevas tendencias y educar a la próxima generación de estudiantes para armarlos con las herramientas necesarias para el mundo tal como serán, no como lo es hoy.

Para preparar al ingeniero de 2020 para ese futuro desafiante, la Agencia Nacional para la Educación de los Estados Unidos (NAE) llevó a cabo un estudio en profundidad sobre cómo debería cambiar la educación en ingeniería . Entre las varias recomendaciones tenemos:

- La licenciatura debe considerarse un título de pre ingeniería o "ingeniero en capacitación".
- El máster debería convertirse en el título de "profesional" de ingeniería reconocido.
- Las instituciones deben aprovechar los criterios de acreditación flexibles en el desarrollo de los planes de estudios y exponer a los estudiantes a la esencia de la ingeniería al principio de su experiencia de pregrado.
- La educación universitaria debe producir ingenieros que puedan definir y resolver problemas.
- Las instituciones deben enseñar a los estudiantes a ser aprendices de por vida.
- Los programas de ingeniería de pregrado deben presentar el aprendizaje interdisciplinario y el uso de estudios de casos de éxitos y fracasos de ingeniería como una herramienta de aprendizaje.

Los ingenieros a nivel mundial serían confiados por la sociedad para lograr un mundo más limpio, saludable, seguro y sostenible y así elevar la calidad de vida global. Para ganar esa confianza, los ingenieros, como un cuerpo de profesionales, exhibirían un dominio en cinco áreas claves:

- Planificadores, diseñadores, constructores y operadores
- Administradores del medio ambiente

- Innovadores e integradores de tecnología
- Administradores de riesgo
- Líderes en política pública².

EL FUTURO DE LAS INGENIERIAS

Nuestra discusión está enmarcada por ciertos principios rectores que darán forma a las actividades de ingeniería, como:

- El ritmo de la innovación tecnológica seguirá siendo rápido (lo más probable es que se acelere).
- El mundo en el que se desplegará la tecnología estará intensamente interconectado a nivel mundial.
- La población de personas involucradas o afectadas por la tecnología (por ejemplo, diseñadores, fabricantes, distribuidores, usuarios) será cada vez más diversa y multidisciplinaria.
- Las fuerzas sociales, culturales, políticas y económicas continuarán moldeando y afectando el éxito de la innovación tecnológica.
- La presencia de la tecnología en nuestra vida cotidiana será transparente y más significativa que nunca.

El exitoso futuro ingeniero necesitará fuertes habilidades analíticas, ingenio práctico, creatividad, buenas habilidades de comunicación, conocimiento empresarial y de gestión, liderazgo, altos estándares éticos, profesionalismo, dinamismo, agilidad, flexibilidad y la búsqueda del aprendizaje permanente ⁸.

Debido a que las predicciones precisas del futuro son difíciles en el mejor de los casos, la utilización de la técnica de planificación basada en escenarios, es la más adecuada. El beneficio del enfoque de escenario fue que eliminó la necesidad de desarrollar una visión de consenso de un solo futuro y abrió el pensamiento para incluir múltiples posibilidades. Esta técnica ha demostrado su valía para las entidades privadas y públicas por igual para ayudar a diseñar estrategias flexibles que pueden adaptarse a las condiciones cambiantes. Los escenarios específicos considerados en este trabajo fueron:

- 1.- La próxima revolución científica,
- 2.- La revolución de la biotecnología en un contexto social,
- 3.- El mundo natural interrumpe el ciclo tecnológico y
- 4.- ¿Conflicto global o globalización?

¿Cuáles son los grandes problemas que los futuros ingenieros deberán resolver? El NAE recibió comentarios de 40 países en un importante ejercicio de visión para destacar qué áreas de la ingeniería tendrán un gran potencial para mejorar la calidad de vida de la humanidad.

Para abordar estos grandes desafíos para la ingeniería , se necesitarán profesionales con una amplitud y profundidad de conocimientos, un fuerte liderazgo y una dedicación al bien público. Catorce desafíos fueron identificados:

- Hacer que la energía solar sea económica
- Proporcionar energía de la fusión
- Desarrollar métodos de captura de carbono
- Administrar el ciclo del nitrógeno
- Proporcionar acceso a agua limpia
- Restaurar y mejorar la infraestructura urbana
- Informática avanzada de salud
- Mejores medicamentos
- Ingeniería inversa del cerebro
- Prevenir el terror nuclear
- Ciberespacio seguro¹⁰.

Las posibles ocupaciones de los ingenieros del futuro serán:

- 1.- Diseñar, construir aeronaves más rápidas, con nuevos sistemas de propulsión y con combustibles distintos, con el objeto de fomentar el turismo interplanetario.
- 2.- Crear plásticos y materiales biodegradables.
- 3.- Construir en las ciudades rascacielos más grandes, con nuevos sistemas de transportación y con un eficiente reciclado del agua.
- 4.- Trabajar para hacer todo lo que la vida moderna requiere más rápido, más pequeño y mejor para el medioambiente.
- 5.- Hacer de los sistemas inalámbricos más rápidos y eficientes.
- 6.- Crear computadoras muy rápidas con un internet igual de rápido.
- 7.- Compensar las emisiones de carbono para contrarrestar el daño al medio ambiente, garantizando la seguridad de las personas, los animales y las plantas.
- 8.- Gestionar la transición de grandes máquinas de fabricación a soluciones más pequeñas orientadas a la impresión en 3D
- 9.- Construir estructuras que floten y generen energía a partir de las olas del océano
- 10.- Crear máquinas que pueden eliminar nuestros desechos de plástico de nuestros océanos.
- 11.- Aprovechar los recursos que tienen mares y océanos.
- 12.- Crear nuevos materiales con propiedades especiales, ultraligeros y supe resistentes, que puedan de manera eficiente almacenar energía e información.
- 13.- Crear herramientas altamente especializadas que son compactas y eficientes para aplicaciones que van desde el arte a la medicina y más allá, a experimentos realizados en el espacio.

14.- Diseñar y construir robots que ayuden a los humanos en todas las áreas de la vida

15.- Trabajar en la escala nano, pico (atómica) y femto (subatómica).

16.- Crear Sistemas de Inteligencia Artificial (AI) que ayudarán a las personas a encontrar información, completar tareas e incluso resolver problemas complejos que los humanos no pueden.

17.- Crear entornos virtuales intrincados donde la gente no solo jugará sino que también trabajará e investigará.

18.- Ayudará a explorar nuestro sistema solar y más allá, lanzará equipos para nuevos servicios y tecnología y estudiará nuestro planeta de nuevas maneras.

Por último, pero no por ello menos importante, la vida profesional del ingeniero cambiará tan radical y ricamente como la tecnología que él ayuda a traer. Habrá más empresas de consultoría de pequeña y gran escala, y más espíritu empresarial como resultado. Las minorías y, en particular, las mujeres se convertirán cada vez más en el centro de la profesión y traerán consigo nuevos problemas, preocupaciones y estrategias de diseño. El ingeniero que trabaja tendrá una gran base de apoyo para multiplicar sus habilidades y competencias, principalmente como resultado de los avances en tecnología de la información. La gama de conceptos integrados en el pensamiento del profesional se ampliará. Las próximas décadas serán un gran momento para ser un ingeniero, especialmente uno joven¹³.

¿Qué atributos tendrá el ingeniero de 2020? Él o ella aspirarán a tener el ingenio de Lillian Gilbreth, las capacidades de resolución de problemas de Gordon Moore, la visión científica de Albert Einstein, la creatividad de Pablo Picasso, la determinación de los hermanos Wright, las habilidades de liderazgo de Bill Gates, la conciencia de Eleanor Roosevelt, la visión de Martin Luther King y la curiosidad maravillosa de nuestros nietos¹⁴.

CONCLUSIONES:

- 1.- Las bases científicas de la ingeniería se han desplazado a la Física Cuántica, la Informática y la Biología.
- 2.- La Nanotecnología, la Realidad Virtual, la Biotecnología, la Robótica y los viajes interplanetarios, serán las principales ocupaciones del Ingeniero del siglo XXI
- 3.- La formación del Ingeniero del futuro debe ser más práctica que le prepare para resolver problemas complejos planteados por la sociedad del siglo XXI.
- 4.- El exitoso futuro ingeniero dependerá de sus habilidades analíticas, ingenio práctico, creatividad, buenas habilidades de comunicación, conocimiento empresarial y de gestión, liderazgo, altos estándares éticos, profesionalismo, dinamismo, agilidad, flexibilidad y la búsqueda del aprendizaje permanente

BIBLIOGRAFÍA

1. Academia Nacional de Ingeniería. Resumen ejecutivo.2004. El ingeniero de 2020: Visiones de la ingeniería en el nuevo siglo. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226 / 10999. 2016
2. Academia Nacional de Ingeniería. 2004. 4 Atributos del Ingeniero del 2020. Visiones de la ingeniería en el nuevo siglo. Washington, DC: The National Academies Press. doi: 10.17226 / 10999.
3. La Real Academia de Ingeniería. Ingenieros educadores para el siglo XXI. ISBN 1-903-496-35-7. Londres. 2007.
4. Víctor Cárdenas. El futuro de la Humanidad y el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología. Memorias TUS 2017.
5. Cernuschi, Félix. “Criterios modernos para la formación de ingenieros”, Integrando, N° 3, Montevideo, junio 1999, Sitio: www.fing.edu.uy/cei/
6. García González Fernando. Una mirada a la formación en ingeniería en el contexto internacional. 2012. Bogotá. Colombia.
7. Gostelow Johnston, S., J.P., and W.J. King. 2000. Engineering and Society. New York: Prentice Hall.
8. Future%20Engineering%20_%20Upcoming%20Engineer%20Roles%20_%20Engineers%20Australia.html.
9. Goodhew Peter. *Teaching Engineering*. Royal Academy of Engineering, Octubre 2016
10. Gusdial Mark. Engineering for All: A Vision for the Future of Engineering Education. Marzo2017.Engineering%20for%20All_%20A%20Vision%20for%20the%20Future%20of%20Engineering%20Education.html.
11. Méndez Pozo José. Historia de la Ingeniería. Monografias.com. 2015.
12. Posada Restrepo Enrique. Reflexiones Sobre el Presente y el Futuro de la Ingeniería de Proyectos. *Director de proyectos, INDISA S.A. Medellín – Colombia, Enrique.posada@indisa.com*. Dyna, año 79, Edición Especial, pp. 14-16, Medellín, octubre, 2012. ISSN 0012-7353
13. Terrazas Gary. A%20Brief%20History%20of%20Engineering.html
14. Yadarola Miguel Angel. El futuro de la Ingeniería Latinoamericana. Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos. Abril 2008.Washington DC.