

HACIA LA ERA DE INTERNET INDUSTRIAL: SU IMPACTO EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS

A. L. González Lara¹
L. P. Del Bosque Vega²

RESUMEN

La tecnología transforma los sectores industriales, los cuales juegan un rol preponderante en la economía. En los últimos 200 años se han experimentado dos grandes etapas de innovación, la Revolución Industrial, de gran impacto en la sociedad y la Revolución de Internet, con el poder de la computadora, el acceso a la información y comunicación. Actualmente se experimenta otro cambio de impacto: el Internet Industrial, que se refiere a sistemas tecnológicos en los que se combinan máquinas conectadas a Internet, software y funciones analíticas para lograr que las operaciones sean más eficientes, proactivas y predictivas. La innovación implica tecnología, en la que están inmersas los ingenieros, ésta no existe sin talento especializado; Internet Industrial requiere nuevas fuentes de talento, además de habilidades técnicas necesarias en ingeniería mecánica o eléctrica, existe necesidad de funciones técnicas, analíticas y de liderazgo que son interdisciplinarias. En este trabajo se hace una revisión de las competencias de la formación del ingeniero con respecto a los avances en las tecnologías de la información y comunicación para enfrentar esta era de innovación, con base a la revisión teórica del tema y a la experiencia académica se expone el impacto del avance de las tecnología de información en formación de los ingenieros en México, además se definen las competencias que son requeridas actualmente para un adecuado desempeño de los ingenieros en el entorno laboral de internet industrial y se presentan propuestas para el logro de tales competencias.

ANTECEDENTES

Durante los últimos 200 años, el mundo ha experimentado varias oleadas de innovación, las empresas exitosas han aprendido a navegar por estas olas y adaptarse a los cambios del entorno; actualmente nos encontramos en la cúspide de una nueva ola de innovación que promete cambiar la forma de hacer negocios e interactuar con el mundo de las máquinas industriales (Betz, 2011).

Estas olas que se representan en la Figura 1, han tenido impacto en la productividad y manera de trabajar de las personas y están definidas de la siguiente manera: (Evans & Annunziata, 2012)

Primer Ola, la Revolución Industrial, que tuvo un profundo impacto en la sociedad, la economía y la cultura del mundo; este largo proceso de innovación se extendió por un período de 150 años entre 1750 y 1900, en el que las innovaciones en tecnología aplicada a la fabricación, la producción de energía, el transporte y la agricultura marcó el comienzo de un período de transformación y crecimiento económico. La Revolución Industrial cambió la forma de vida de las personas: se produjo una profunda transformación en el transporte (desde el carro de caballos y el barco de vela a los ferrocarriles, barcos de vapor y camiones), en la comunicación (teléfono y telégrafo), en los centros urbanos (electricidad y agua corriente), transformó radicalmente el nivel de vida y condiciones de salud.

¹ Coordinadora Académica de la Maestría en Ingeniería de la Información. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Universidad Autónoma de Nuevo León. aida.gonzalezlr@uanl.edu.mx.

² Jefa de la Academia de Programación. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Universidad Autónoma de Nuevo León. laura.delbosquevg@uanl.edu.mx.

Segunda Ola, la Revolución de Internet, que a finales del siglo XX ha cambiado el mundo una vez más, se ha desarrollado durante 50 años; en su primera etapa consistió en la experimentación con las redes de computadoras patrocinadas por el gobierno, en la década de 1970, estas redes cerradas y privadas dieron paso a las redes abiertas y de lo que ahora llamamos la *World Wide Web* (WWW internet). La apertura y la flexibilidad de la red fueron elementos claves que crearon las bases para su crecimiento explosivo; la posibilidad de intercambiar información con rapidez y descentralizar la toma de decisiones ha dado lugar a ambientes de trabajo de mayor colaboración sin restricciones por la geografía.

Tercera Ola, el Internet Industrial, en el siglo XXI promete transformar el mundo una vez más; la fusión del sistema industrial global que fue posible como resultado de la Revolución Industrial, con los sistemas informáticos y de comunicación abierta desarrollados como parte de la revolución de Internet, abre nuevas fronteras para acelerar la productividad, reducir la ineficiencia y el desperdicio y mejorar la experiencia de las personas en el trabajo.



Figura 1. Oleadas de innovación que han impactado la productividad y la manera de trabajar

Surgimiento de Internet Industrial

Internet tiene sus orígenes en la red militar Red Interinstitucional de Proyectos de Investigación Avanzada (ARPANET *Advanced Research Projects Agency Network*), la Figura 2 muestra la manera en que ha evolucionado y se ha convertido en un medio de comunicación mundial que enlaza miles de millones de personas, las cuales inicialmente se conectaban directamente por medio de sus computadoras, actualmente es posible navegar en internet desde un teléfono inteligente o una tableta mediante a una red móvil.(Kame, 2013).

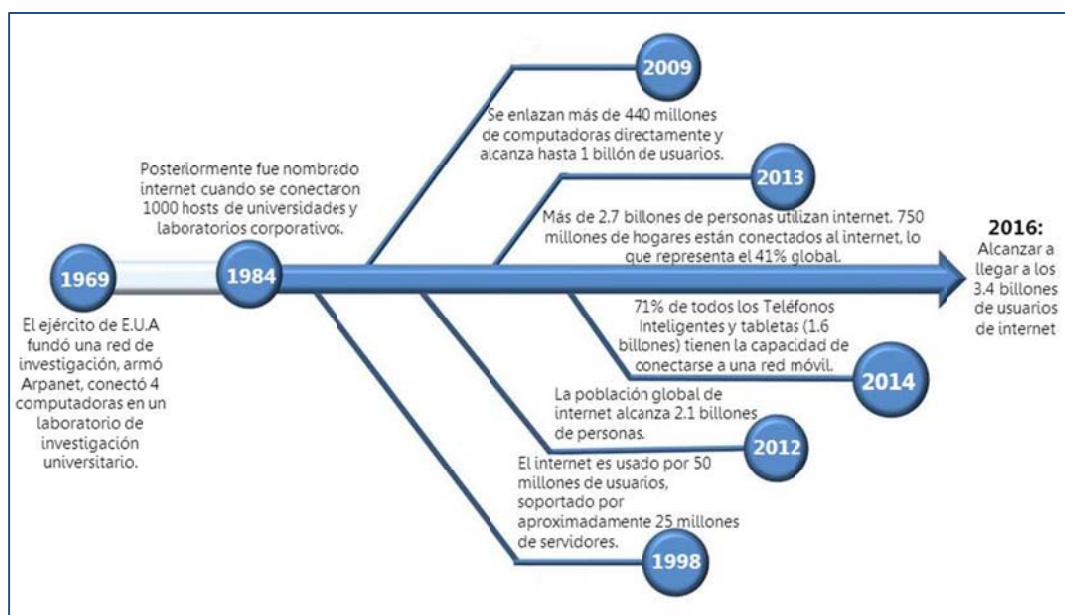


Figura 2. Representa la evolución de internet

Existe un crecimiento de la recolección y comunicación de datos del mundo físico mediante dispositivos sensores de bajo costo, tales como nodos de sensores inalámbricos que se pueden implementar en diferentes ambientes como teléfonos inteligentes y otros dispositivos de red; esta tendencia se acelerará, ya que se estima que en 2020 más de 50 mil millones de dispositivos estarán conectados a Internet (CISCO, 2012).

La expansión actual de internet y la habilitación de conexiones y comunicaciones entre los objetos y dispositivos físicos, o "cosas", se describe bajo el término general de Internet de las Cosas (IoT *Internet of the things*) (Barnaghi, Henson, & Sheth, 2013).

IoT permite que los objetos de nuestro entorno se conviertan en participantes activos, es decir, compartan información con otros miembros de la red y sean capaces de reconocer eventos y cambios de su entorno y de actuar y reaccionar de forma autónoma adecuadamente; en este contexto, los retos de investigación y desarrollo son enormes para crear un mundo donde lo real, digital y lo virtual están convergiendo para crear entornos inteligentes en el transporte, las ciudades, uso de energía (Vermesan, y otros, 2012).

La aplicación del concepto IoT para conectar máquinas, datos y personas en la industria se ha llamado Internet Industrial (Moor Insights & Strategy, 2013). Internet Industrial se refiere a sistemas tecnológicos en los que se combinan máquinas conectadas a Internet, software y funciones analíticas para lograr que las operaciones comerciales sean más eficientes, proactivas y predictivas, además de estar estratégicamente automatizadas (Muller, 2013).

La característica fundamental Internet industrial es que se instala la inteligencia por encima del nivel de las máquinas individuales, permite el control remoto, la optimización a nivel de todo el sistema, y los algoritmos de aprendizaje automático sofisticados que pueden

trabajar con extrema precisión , ya que tienen en cuenta grandes cantidades de datos generados por los grandes sistemas de máquinas, así como el contexto externo de cada máquina individual (Moor Insights & Strategy, 2013).

Internet Industrial ha sido posible, debido a varios factores que se han alineado para hacer la instrumentación generalizada de máquinas industriales, no sólo posible, sino económicamente viable; estos factores están dados por la disminución en el costo de sensores y actuadores, las mejoras continuas en los chips de microprocesadores que incrementan el poder de cómputo y los avances en herramientas de software y técnicas analíticas mediante las cuales se pueden analizar cantidades masivas de datos (Evans & Annunziata, 2012).

Permitiendo que grandes cantidades de sensores sean conectados fácilmente, que los datos sean capturados sin errores y además analizados para estar constantemente en busca de mejorar las operaciones, la Internet Industrial pretende transformar las industrias con aplicaciones como manufactura inteligente, consumo de energía inteligente y sistemas de transporte inteligente. Estas aplicaciones se estima que aportarán un valor enorme al reducir las ineficiencias en diversos segmentos industriales (Gustafson & Sheth, 2014).

La Figura 3 muestra el flujo de información en Internet Industrial, la "información inteligente" resultante puede entonces ser utilizada por los tomadores de decisiones, en tiempo real, si es necesario, o como parte de elementos de optimización industrial o de los procesos de decisión estratégica en una gran diversidad de sistemas industriales (Evans & Annunziata, 2012).

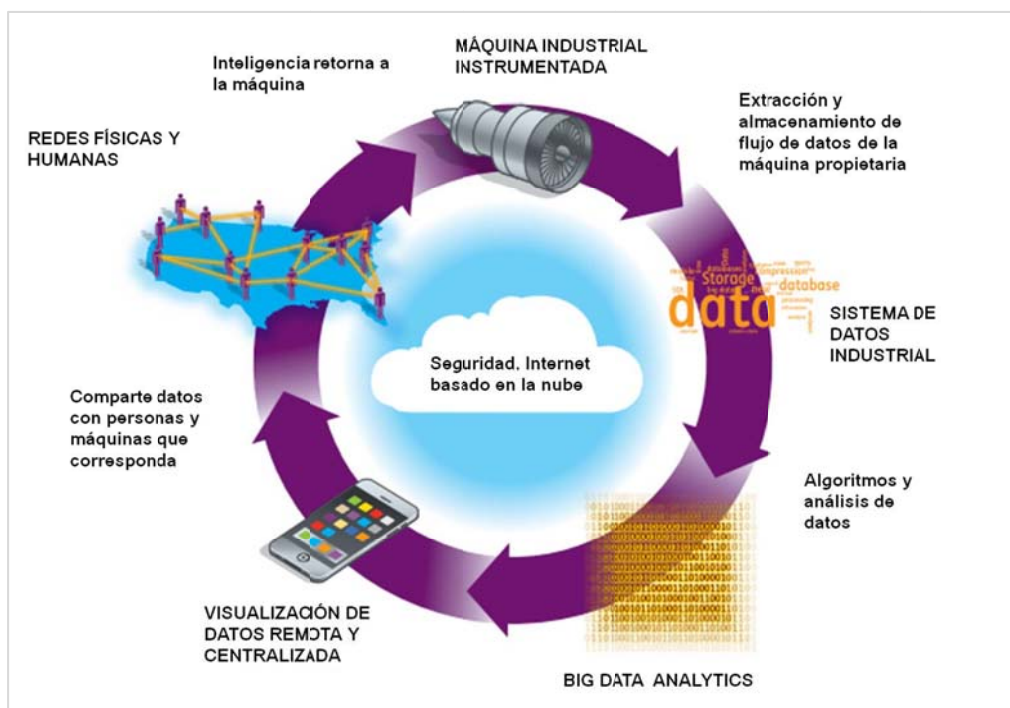


Figura 3. Ciclo de flujo de datos en Internet Industrial

Justificación

Las tecnologías de información juegan un rol determinante en la ingeniería contemporánea y suelen ser esenciales para lograr la transferencia tecnológica a la industria, que cada vez más requiere de componentes especializados (Gambardella & McGahan, 2010). Es de suma importancia la adquisición de competencias que permitan al estudiante desenvolverse en un entorno de tecnologías emergentes, para cumplir cabalmente los retos de la formación de ingenieros de primer nivel y de investigación aplicada en la frontera del conocimiento para el desarrollo tecnológico innovador de alto valor agregado.

La innovación implica tecnología, en la que están inmersos los ingenieros, ésta no existe sin talento especializado; Internet Industrial requiere nuevas fuentes de talento, además de habilidades técnicas necesarias en ingeniería mecánica o eléctrica, existe necesidad de funciones técnicas, analíticas y de liderazgo que son interdisciplinarias.

El objetivo general de este trabajo, es el estudio de la formación del ingeniero con respecto a los avances en las Tecnologías de la información (TI) para enfrentar esta era de innovación, mediante un análisis de las competencias relacionadas necesarias en TI de los programas educativos.

METODOLOGÍA

Revisión teórica para definición de competencias contemporáneas relacionadas con TI en ingeniería

Las habilidades de las organizaciones y sus productos, sistemas y servicios para competir, adaptarse y sobrevivir, dependerán del incremento en el uso de TI ;así como se han visto cambios en determinados productos, como automóviles o aviones, o en servicios, como financieros y de comunicaciones, existe la necesidad de una adaptación rápida al cambio para ser competitivos y para apoyar la coordinación multicultural y global de las empresas (Woodside, Franks, & Petriu, 2007).

Con Internet Industrial nuevos roles de trabajo surgen, lo que requiere un nuevo conjunto de competencias: ingenieros "digitales" mecánicos capaces de combinar la formación del ingeniero industrial, civil o eléctrico tradicional con un dominio de las últimas técnicas de computación, ya que las máquinas y los datos estarán siempre unidos, y los administradores analistas de datos de operaciones, los gerentes de empresas que combinan un profundo conocimiento de su industria con una familiaridad íntima de las últimas herramientas de análisis y la capacidad de enfocar el poder de las nuevas tecnologías hacia donde puedan tener el máximo impacto empresarial. El sistema educativo tendrá que asegurarse de que los nuevos operadores de la fuerza laboral están equipados con las competencias científicas y técnicas básicas para adaptarse a un diferente y cambiante lugar de trabajo (Annunziata & Evans, 2013).

El uso de Internet en el ámbito laboral proporciona a los trabajadores la posibilidad de interactuar de forma remota y en tiempo real con sus colegas, por lo que un ingeniero de campo en un lugar remoto será capaz de identificar y contactar a los colegas con los conocimientos especializados pertinentes así como comunicarse al instante con ellos de forma remota a través de video y audio, y hacer intercambio de material relevante (Deng & Xie, 2010).

Agencias de acreditación como el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE *Institute of Electrical and Electronics Engineers*), Asociación de Maquinaria Computacional (ACM *Association for Computing Machinery*), Academia Nacional de Ingeniería (NAE *National Academy of Engineering*) han identificado competencias actualizadas para la formación de ingenieros, como la capacidad analítica de información y el pensamiento crítico y creativo como esenciales (Goel, 2006).

Tanto las nuevas tecnologías (Nano-Bio-Info) como desafíos de los complejos mega sistemas que surgen en la sociedad contemporánea (comunicaciones masivas, ciudades y transporte inteligente) requieren equipos de ingenieros altamente interdisciplinarios caracterizados por un amplio alcance intelectual, en lugar de la práctica centrada en la disciplina tradicional; dado que la innovación tecnológica juega un papel cada vez más crítico para la prosperidad económica de una nación, para la seguridad y el bienestar social, la práctica de la ingeniería se enfrentan al reto de pasar de las habilidades tradicionales de diseño y solución de problemas hacia soluciones más innovadoras integradas en un complejo conjunto de temas sociales, ambientales, culturales y éticos (Duderstadt, 2010).

Existe la preocupación de que se trata de educar a los ingenieros del siglo 21 con un plan de estudios del siglo 20 que se enseña en las instituciones del siglo 19; los requisitos de la ingeniería del siglo 21 son considerables: los ingenieros deben ser técnicamente competentes, globalmente sofisticados, culturalmente consciente, innovadores y emprendedores, y ágiles, flexible y móviles (Continental AG, 2006).

Ahora nuevos paradigmas para la educación en ingeniería son exigidos para satisfacer las necesidades cambiantes del entorno global: responder al increíble ritmo de cambio intelectual (por ejemplo, desde el reduccionismo a la complejidad, del análisis a la síntesis, de disciplinar a multidisciplinar), desarrollar e implementar nuevas tecnologías (por ejemplo, desde el nivel microscópico de Nano-Bio-Info a nivel macroscópico de los sistemas globales); dar cabida a un enfoque mucho más holístico para abordar las necesidades y prioridades sociales, vinculando los aspectos sociales, económicos, ambientales, legales y políticos con el diseño tecnológico y la innovación y reflejar en su diversidad, calidad y rigor las características necesarias para servir al mundo en el siglo 21 (Sheppard, Macatangay, Colby, & Sullivan, 2008).

Identificación del Impacto del avance de TI en la formación de los estudiantes de ingeniería

El avance acelerado de la tecnología de información y comunicación en todas las áreas de ingeniería, nos lleva a identificar a las competencias de TI con una naturaleza transversal y de gran impacto en todos los programas de ingeniería, lo anterior debido que el incremento en el uso de TI hace necesario que los ingenieros combinen su formación con un dominio de herramientas de análisis computacionales, ya que se expande la unión entre máquinas y datos; además existe un entorno tecnológico cambiante que exige competencias científicas y técnicas que favorezcan la adaptación. La combinación de nuevas tecnologías y los sistemas complejos requieren que los ingenieros trabajen en equipos interdisciplinarios y además pasar de soluciones tradicionales hacia soluciones innovadoras.

Con base a la información revisada en la sección anterior se definieron las siguientes competencias relacionadas con el tema de este trabajo, con la finalidad de que el estudiante se desarrolle adecuadamente en el entorno laboral que le espera.

- Extender su visión hacia otros campos de estudio buscando la vinculación para trabajar de manera interdisciplinar y multidisciplinar.
- Aprender nuevos modelos, técnicas y tecnologías emergentes para un desarrollo académico y/o profesional continuo.
- Utilizar hábilmente herramientas de tecnologías de la información para comunicarse e intercambiar información en su entorno social, académico o laboral.
- Extraer, analizar y procesar datos de valor mediante herramientas computacionales para la optimización de recursos y asertiva toma de decisiones.
- Aplicar una combinación de conocimientos de ingeniería generales y especializados para innovar en el desarrollo de productos, procesos y servicios dirigido a satisfacer las necesidades de la sociedad.
- Valorar la formación permanente como una necesidad para desarrollarse en un mundo caracterizado por cambio acelerado en las tecnologías y el incremento de la complejidad en los sistemas.

La Tabla 1 muestra los atributos que se encontraron, derivados de las competencias anteriores, que son deseables en los futuros ingenieros.

Tabla 1. Atributos deseables en los ingenieros del siglo XXI

Global	Adaptación rápida al cambio
Multicultural	Auto aprendizaje constante
Innovador	Amplia visión
Comunicador	Emprendedor
Líder	Trabajo con equipos distribuidos
Multidisciplinario	Resiliencia
Integrador	Dinamismo

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Unidades de aprendizaje con competencias específicas de TI en programas educativos de nivel licenciatura en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME)

FIME cuenta con 10 programas educativos de ingeniería a nivel licenciatura, se recopiló el plan de estudio de cada uno de ellos y posteriormente se hizo un análisis de cada una de sus unidades de aprendizaje con el objetivo de identificar aquellos que tienen competencias específicas de TI, la Tabla 2 muestra el resultado de ese estudio, como se puede observar, los programas relacionados directamente con TI, tales como Ingeniero Administrador de Sistemas e Ingeniero en Tecnologías de Software tiene un mayor cantidad de materias con estas competencias dada su orientación, sin embargo en los otros programas existen pocos cursos que las incluyan. De acuerdo a las tendencias que se han expuesto en este trabajo, el

avance en la tecnología de información y comunicación impacta a todos los programas de ingeniería por lo que es necesario definir acciones que respondan a esta necesidad.

Tabla 2. Muestra las unidades de aprendizaje con competencias de TI

Nombre de carrera	Periodo
Ingeniero Administrador de Sistemas	
Dibujo para la ingeniería	1
Programación estructurada / lenguaje ANSI C	2
Algoritmos computacionales / estructura de datos	
Lenguajes de programación y lab	3
Sistemas digitales y lab	4
Programación de estructuras de datos	
Sistemas operativos	5
Programación orientada a objetos	
Taller de programación orientada a objetos	
Sistemas de información / administración de bases de datos	6
Programación web	
Administración, configuración e instalación de sistemas interfaces computacionales	7
Interfaces computacionales	8
Tecnologías emergentes	
Ingeniero en Mecatrónica	
Dibujo para la ingeniería	1
Programación estructurada / programación visual	2
Interfases I/O y hombre-maquina	6
Inteligencia artificial y redes neuronales	
Instrumentación virtual y lab	7
Interfaces gráficas	
Sistemas de visión / reconocimiento de patrones	9
CAD/CAM y lab / digitalizadores 3D	
Ingeniero en Aeronáutica	
Dibujo para la ingeniería	1
Programación estructurada / programación visual	2
Taller de diseño asistido por computadora	5
Dinámica de fluidos computacionales	8
Ingeniero en Materiales	
Dibujo para la ingeniería	1
Programación estructurada/ Programación visual	2
Procesos de manufactura / tecnologías de fabricación	4
Materiales nano estructurados / nanotecnología	8

Nombre de carrera	Periodo
Ingeniero en Tecnología de Software	
Dibujo para la ingeniería	1
Programación estructurada / lenguaje ANSI C	2
Algoritmos computacionales / estructura	
Lenguajes de programación y lab	3
Tópicos selectos de programación	
Sistemas digitales	
Programación orientada a objetos	4
Taller de programación orientada a objetos	
Sistemas operativos	5
Interacción humano-computadora y lab	
Programación de sistemas adaptativos y lab	
Computo integrado y lab	6
Ingeniería de dispositivos móviles y lab	
Sistemas distribuidos y paralelos	
Temas selectos de ia / redes neuronales artificiales	7
Verificación y validación de software	
Temas selectos de sistemas inteligentes / sistemas autómatas	8
Temas selectos de TI / teoría de la información y métodos de codificación	
Visión computacional / tópicos selectos de ciencias de la ingeniería	
Ingeniero Mecánico Administrador	
Dibujo para la ingeniería	1
Programación estructurada / programación visual	2
Procesos de manufactura / tecnologías de fabricación	3
Dibujo y manufactura asistido por computadora y lab / fabricación digital y lab	5
Ingeniero en Manufactura	
Dibujo para la ingeniería	1
Programación estructurada / programación visual	2
Robótica y lab	6
Manufactura asistida por computadora	7
Ingeniero Mecánico Electricista	
Dibujo para la ingeniería	1
Programación estructurada / programación visual	2
Dibujo y manufactura asistido por computadora y lab / Fabricación digital y lab	3

Propuestas que contribuyen al logro de las competencias de TI en la formación de los ingenieros

Integrar las TI en el proceso de enseñanza aprendizaje

Motivar que las TI se transformen de ser una herramienta a ser una cultura, en todos los cursos del plan de estudio de carreras de ingeniería; utilizar herramientas digitales para comunicarse, para evaluar, como recursos de los contenidos del curso; uso extenso de material en línea en diversos formatos tal como multimedia, video, 3D.

Integrar competencias de TI en todas las unidades de aprendizaje

La integración de las competencias relacionadas con la continua actualización y conocimiento de tecnologías emergentes así como la relación con otros campos de estudio se puede lograr mediante:

Proyectos, desarrollados en cada unidad de aprendizaje y buscando que estos sean multidisciplinarios e incluso se realicen con alumnos en otras facultades o universidades.

Programación de Seminarios institucionales, con temas relacionados a las tecnologías emergentes, a los que asisten profesores y estudiantes de las diversas ramas de ingeniería; estos se imparten por profesores, alumnos de posgrado, invitados o los mismos alumnos de licenciatura, el objetivo es promover la constante investigación y que se transforme en una actividad natural para la comunidad de ingeniería.

Debe definirse un área académica responsable de planear e implementar las acciones necesarias para la transformación hacia la cultura de TI y además de dar seguimiento y evaluar el resultado de las estrategias y acciones aplicadas.

CONCLUSIONES

Las empresas han estado usando tecnologías basadas en Internet para aplicaciones industriales en la última década, sin embargo, el potencial de la tecnología digital a través de Internet aún no se ha realizado plenamente en la industria global. Los dispositivos inteligentes, los sistemas inteligentes y la toma de decisiones inteligentes representan las principales formas en que el mundo físico de las máquinas, instalaciones y redes se puede fusionar más profundamente con la conectividad, *big data* y analítica del mundo digital.

La tecnología evoluciona y existen demandas para una formación de ingenieros acorde a este entorno; la cuestión no es reformar la educación de ingeniería con los viejos paradigmas, sino su transformación en nuevos paradigmas necesarios para enfrentar los nuevos desafíos, como la globalización, el cambio demográfico y las nuevas tecnologías disruptivas.

Ante este escenario, es importante tener en cuenta que uno de los retos importantes para los profesores de ingeniería es el diseño de sus programas educativos, no como preparación para una carrera de disciplina, sino más bien como la base para una vida de aprendizaje continuo tanto para los alumnos como para los mismos profesores; este reto puede ser vencido con herramientas de TI, las mismas que lo están imponiendo.

BIBLIOGRAFÍA

- Annunziata, M., & Evans, P. C. (2013). *The Industrial Internet@Work*. Recuperado el 20 de Enero de 2014, de GE:
https://www.ge.com/sites/default/files/GE_IndustrialInternetatWork_WhitePaper_20131028.pdf
- Barnaghi, P., Henson, C., & Sheth, A. (2013). From Data to Actionable Knowledge: Big Data Challenges in the Web of Things. *IEEE Intelligent Systems*, 6, 6-11.
- Betz, F. (2011). *Managing technological innovation: competitive advantage from change*. . New Jersey: John Wiley & Sons.
- CISCO. (2012). *The internet of the things*. Recuperado el 1 de Marzo de 2014, de CISCO:
<http://share.cisco.com/internet-of-things.html>
- Continental AG. (2006). *In Search of Global Engineering Excellence: Educating the Next Generation of Engineers for the Global Workplace*. Hanover: Continental AG.
- Deng, X., & Xie, K. (2010). Development of integration of information technology and academic courses. *International Conference on Artificial Intelligence and Education* (págs. 273,276). Hangzhou: IEEE.
- Duderstadt, J. J. (2010). Engineering for a changing world. En D. Grasso, & M. B. Burkins, *Holistic Engineering Education* (págs. 17-35). New York: Springer.
- Evans, P. C., & Annunziata, M. (26 de Noviembre de 2012). *Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines*. Recuperado el 6 de Enero de 2014, de GR Reports: <http://files.gereports.com/wp-content/uploads/2012/11/ge-industrial-internet-vision-paper.pdf>
- Gambardella, A., & McGahan, A. M. (2010). Business-model innovation: General purpose technologies and their implications for industry structure. *Long Range Planning*, 43(2), 262-271.
- Goel, S. (2006). Competency Focused Engineering Education with Reference to IT Related Disciplines. *Journal of Information Technology Education*, 5, 27-52.
- Gustafson, S., & Sheth, A. (2014). Web of Things. *Computing Now*, 7(3). Obtenido de <http://www.computer.org/portal/web/computingnow/archive/march2014.#sthash.DHqZvrnF.dpuf>
- Kame, Z. M. (2013). *The next web*. Recuperado el 26 de Marzo de 2014, de The next web: www.thenextweb.com
- Moor Insights & Strategy. (29 de Octubre de 2013). *Behaviorally Segmenting the IoT*. Recuperado el 18 de Febrero de 2014, de Moor Insights & Strategy:

<http://www.moorinsightsstrategy.com/wp-content/uploads/2013/10/Connecting-with-the-Industrial-Internet-of-Things-IIoT-by-Moor-Insights-Strategy.pdf>

- Muller, H. (2013). Software engineering for the industrial Internet: Situation-aware smart applications. *15th IEEE International Symposium on Web Systems Evolution* (págs. 1-27). Eindhoven: IEEE.
- Sheppard, S. D., Macatangay, K., Colby, A., & Sullivan, W. M. (2008). *Educating Engineers: Theory, Practice and Imagination*. Palo Alto: Jb-Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.
- Vermesan, O., Friess, P., Woysch, G., Guillemin, P., Gusmeroli, S., & Bassi, A. (2012). Internet of Things - The Vision. En I. G. Smith, *The Internet of Things 2012 New Horizons* (págs. 22-117). Halifax, UK: IERC - Internet of Things European Research Cluster.
- Woodside, M., Franks, G., & Petriu, D. (2007). The future of software performance engineering. *Future of Software Engineering* (págs. 171--187). Minneapolis: IEEE Computer Society.