

UNA MIRADA A LA FORMACIÓN EN INGENIERIA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

**CONTRIBUCIÓN AL ANÁLISIS PEST
(POLÍTICA, ECONOMÍA, SOCIEDAD, TECNOLOGÍA)**

“PLAN ESTRATÉGICO 2013-2020”

ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA

FERNANDO GARCIA GONZÁLEZ¹

OCTUBRE 2012

¹ Algunos apartes de este documento se han tomado, con la autorización del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana, del documento:
“Reflexiones sobre el Pasado y Presente de la Ingeniería Electrónica”, García, Fernando. Bogotá, 2010.

UNA MIRADA A LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA

Se analizarán algunos temas relacionados con la educación en Ingeniería, cuya vigencia y actualidad los hace aplicables en el contexto colombiano:

- Motivación de egresados de secundaria para seguir la carrera de ingeniería (Alemania).
- Problemas en los posgrados –Maestrías y Doctorados- (Estados Unidos)
- Recomendaciones del proyecto “Educating the Engineer for 2020”
- Marco de referencia de las discusiones del “1er Consejo Mundial de Decanos de Ingeniería”, capítulo del “World Engineering Education Forum”, realizado en octubre de 2010 en Singapur.
- Otras iniciativas en la formación de ingenieros en pregrado

MOTIVACIÓN PARA SEGUIR LA CARRERA DE INGENIERÍA

La mayoría de países enfrentan hoy en día una baja inscripción en los programas de ingeniería. Gran parte de artículos y estudios sobre el tema provienen de las instituciones de enseñanza. Sin embargo, hay una excelente contribución de Frank Stefan Becker, Vicepresidente de Corporate Communications and Government Affairs de Siemens, quien en un artículo publicado en 2009 *“Why don’t young people want to become engineers? Rational reasons for disappointing decisions”* hace un excelente análisis del tema con el enfoque propio del sector productivo.

De acuerdo con Becker, en muchos países desarrollados hay escasez de ingenieros y son muy pocos los que quieren estudiar ingeniería. Se han creado incentivos y medidas para corregir la situación pero no ha habido reacción por parte de la población estudiantil. Parece ser, entonces, que existen dos explicaciones:

- Los jóvenes no están preparados para comprender las ventajas de una carrera en ingeniería.
- Son demasiado inteligentes para pasar por alto sus desventajas.

El estudio se basa en la segunda premisa.

El cambio de rol de los ingenieros:

En el siglo XIX los ingenieros fomentaban el progreso con obras de ingeniería innovadoras, generaban avances palpables para todos y la sociedad reconocía en ellas la solución a sus necesidades.

En la actualidad el vínculo entre nuevas tecnologías y la mejor calidad de vida se ha vuelto difuso. Inicialmente en los países desarrollados y posteriormente en los países en desarrollo, la tecnología se ha convertido en un elemento de consumo, al alcance de la gran mayoría de personas que da por sentado su existencia, no valora la complejidad detrás de la facilidad de uso y termina siendo invisible.

Es innegable la importancia de la tecnología, sin embargo la brecha entre los “*technology nerds*” y los usuarios de tecnología es cada vez más amplia. En consecuencia, usuarios con poca preparación técnica y de ingeniería aprovechan las nuevas tecnologías y las convierten en modelos exitosos de negocios. Estas señales son rápidamente captadas por la juventud que no encuentra motivación para iniciar una carrera que implica muchos sacrificios.

Por otra parte, el sector de servicios requiere habilidades que no son enseñadas en las escuelas de ingeniería tradicionales, como consecuencia, el pequeño número de estudiantes de ingeniería en los países desarrollados puede interpretarse como una reacción racional frente a esta realidad.

Programas universitarios:

Desde hace mucho tiempo ha existido un debate sobre cómo debería modificarse el pensum de las carreras de ingeniería, a lo largo de los años las modificaciones han sido tan frecuentes como ineficaces. Las universidades se preocupan por la aceptación de sus egresados de pregrado en el mercado laboral, sin embargo, les preocupa aún más perder sus alumnos en la industria, y que al no continuar con estudios de posgrado, dejen de contribuir con la investigación universitaria.

El TU9 (grupo de presión de nueve universidades tradicionales en ingeniería en Alemania) ha declarado públicamente que solo una maestría equivale al título otorgado por las universidades antes del acuerdo de Bolonia. En consecuencia, el título otorgado en la actualidad es desacreditado por estudiantes y empleadores, existen 2 percepciones negativas:

- El tiempo que demora en alcanzar el título de master “real” es de por lo menos 5 años desincentivando a muchos que quieren hacer de la ciencia y la tecnología su carrera.
- Como el pensum no está optimizado como título laboral sino como preparación para el master, falla en llenar las expectativas de los estudiantes.

Como resultado, las tasas de deserción continuarán. A lo anterior debe sumarse la actitud de los profesores que creen que la ingeniería debe ser una carrera difícil. Un rector dijo que las tasas de deserción eran producto de la renuencia de los estudiantes a “sufrir” pero no se pronunció sobre la forma poco atractiva de impartir la enseñanza.

Confiablez de las predicciones: reentrenar a los ingenieros como plomeros

El mercado de los ingenieros se caracteriza, al igual que todos los mercados por los desequilibrios entre la oferta y la demanda. Un estudio sobre las estadísticas desde hace 23 años muestra que las proyecciones y las predicciones han sido erradas e imprecisas y han tenido reacciones exageradas que a su vez

han contribuido a desequilibrar aún más el mercado. Estas predicciones erradas han desequilibrado el mercado en tal forma que, por ejemplo, durante la década de los 90 se incrementó dramáticamente el número de ingenieros desempleados por encima de los 40 años; esta situación llevó a los ingenieros a reentrenarse en otras áreas para conseguir trabajo. En 1997 un foro “para la innovación” concluyó que no habría nuevos trabajos en el campo de la ingeniería y que debía apoyarse la transición de los ingenieros a campos alternativos: para 1999 había escasez de ingenieros.

Ingeniería —opción de carrera para llegar a la cima rápidamente

En la Alemania de hoy, el sistema de educación de ingenieros es bastante exitoso en la promoción de conocimientos teóricos, pero lo es menos para transferir a sus estudiantes otros requerimientos laborales (figura 60). Cuando el nuevo ingeniero ingresa al mercado laboral, siente que no tiene las herramientas ni la formación para desempeñarse adecuadamente; es corriente que el periodo de entrenamiento se extienda por varios meses, incluso años.

No obstante, muchos piensan que la escasez de ingenieros no existe, se apoyan para afirmarlo en la facilidad con que los nuevos ingenieros encuentran un trabajo. Sin embargo, en los últimos años el incremento de salarios solo refleja el ajuste por la inflación y en muchos casos, las personas que han rápidamente al mercado laboral en el área de servicios acaban teniendo mayores ingresos. Parece confirmarlo el hecho de que a pesar del primer razonamiento, no se presenta una afluencia de aspirantes a los programas de ingeniería.

En muchos países de Europa se ha advertido que es necesario ofrecer mejores salarios a las personas que se dedican a las carreras de ciencia y tecnología si se quiere disponer de recurso humano calificado.

Por otro parte, incluso en una economía de mercado no hay una relación estricta entre escasez de candidatos e incremento de salarios, de lo contrario el aumento exorbitante de salarios de las juntas directivas y los administradores

indicarían una seria carencia de candidatos. Factores como el poder de negociación, el entrenamiento y el carácter juegan un rol importante, todo esto depende en gran medida de la formación los ingenieros tampoco se favorecen en este campo, pues su educación no los ha preparado adecuadamente para la administración.

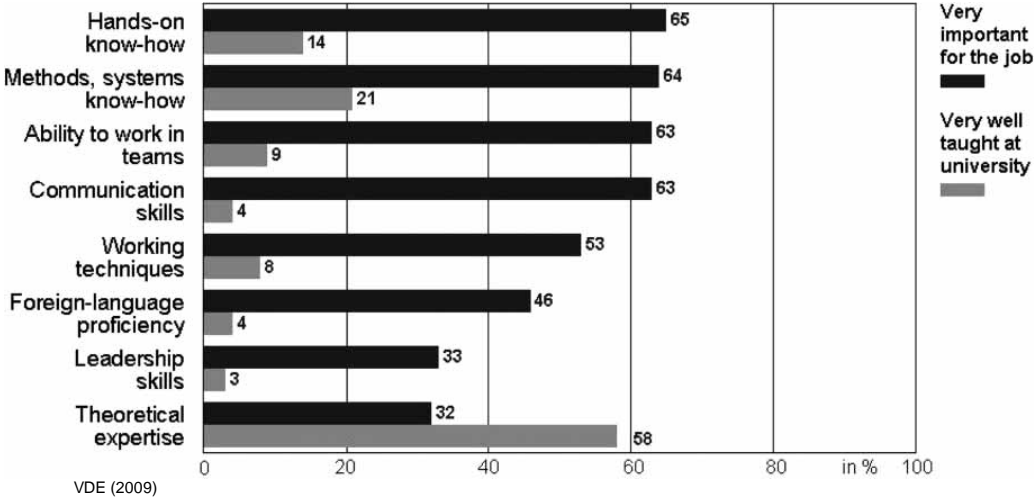


Figura 60. Disparidad entre el conocimiento enseñado en la universidad y el requerido en el trabajo

Estas deficiencias pueden convertirse en serios obstáculos para la carrera. Los estudios demuestran que los ingenieros están dispuestos a convertirse en administradores motivados por la desconfianza de progresar en sus propias carreras. En consecuencia en compañías de tecnología (en las que el ambiente es favorable) es difícil que un ingeniero logre llegar a la cima. (Figura 61). En 2001 el 64% de la junta directiva de Siemens eran ingenieros, en el 2010 solo el 25%. Será que las mejores y más brillantes mentes no son capaces de calcular que tipo de educación los llevará a ocupar cargos en la cima en las compañías y en la sociedad ?

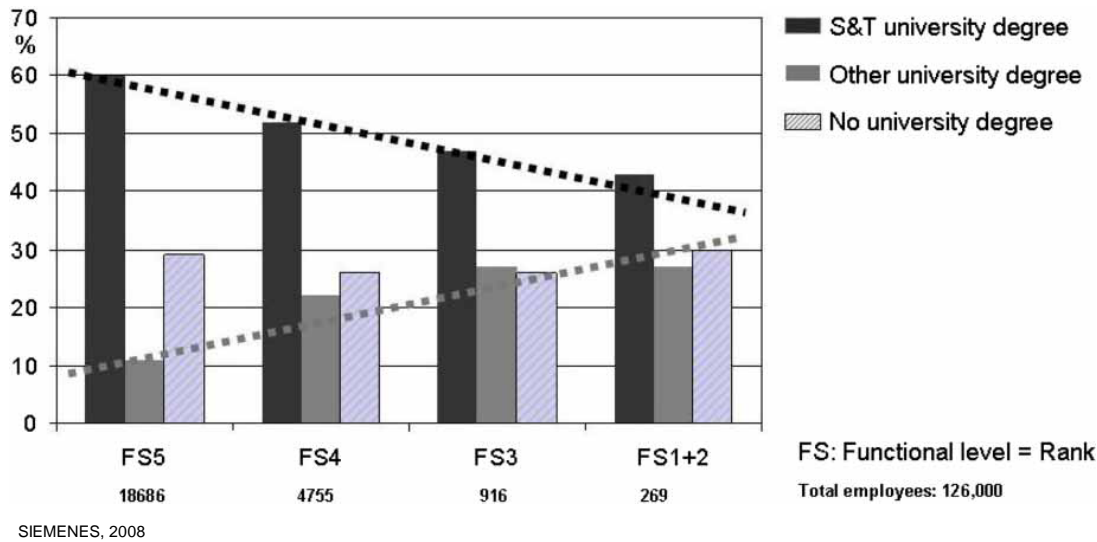


Figura 61. Disminución en el porcentaje de administradores con formación técnica vs posición en Siemens

Imagen y Estatus en la Sociedad

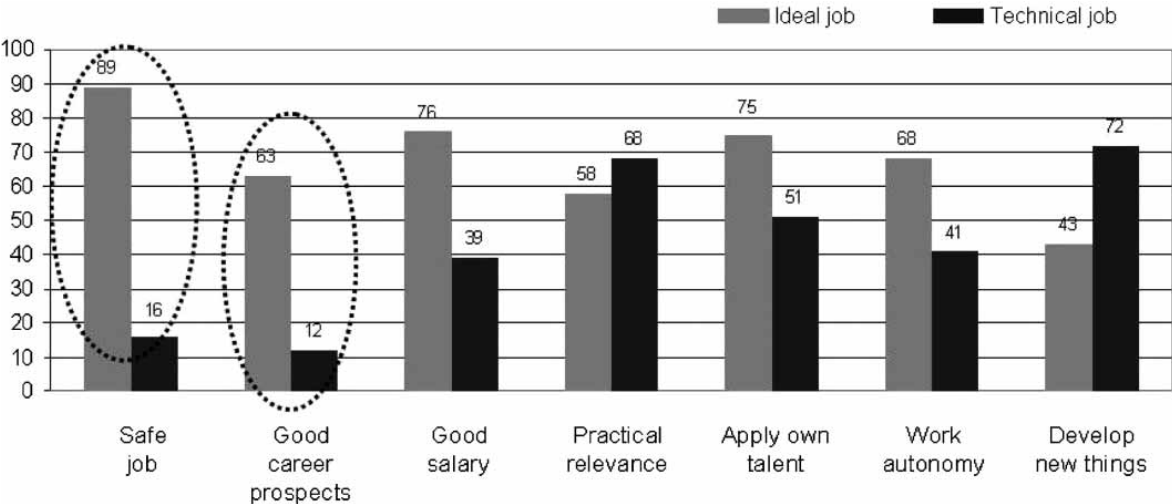
El cambio de actitud de la sociedad con respecto a la tecnología ha tenido un impacto negativo sobre la imagen de los ingenieros. La tecnología es omnipresente pero esto no se traduce en un alto respeto por la profesión. De hecho estamos en una sociedad de “lotería mediática” en la que el éxito de unos pocos hace que los jóvenes obtén por seguir “carreras de lotería” en lugar de alternativas más seguras. El ingeniero promedio gana más que el cantante o el actor promedio, pero hay actores y músicos que ganan miles de millones de dólares al año. La fama y el dinero le dan glamour a la profesión, mientras los ingenieros no son figuras mediáticas y en el mejor de los casos son caracterizados como figuras cómicas (Ciro Peraloca), y para completar la visión, los lugares de trabajo remotos típicos de la ingeniería son considerados poco atractivos.

Por otra parte, son pocas las mujeres que quieren acceder a programas de ingeniería. Los estereotipos, la televisión (series sobre médicos, abogados, periodistas, diseñadoras, etc. pero no ingenieros), los prejuicios de la sociedad, de padres y profesores son la causa de que éstas no tengan un rol representativo en ingeniería. Las mujeres son el recurso potencial más grande para las carreras de

ciencia y tecnología, para cambiar esta situación en el corto plazo, se necesita una revolución cultural, si no se cambia sería una pérdida catastrófica para la humanidad.

Entonces, qué es lo que quieren los jóvenes?

La actitud de la juventud con respecto a la ciencia y la tecnología es positiva, sin embargo, la encuesta NaBaTech (2009) determinó que existe una diferencia marcada entre una opinión positiva y la intención efectiva de seguir una carrera dentro del sector de la ciencia y la tecnología. Hay una diferencia enorme en la opinión que tiene la juventud del perfil entre un trabajo ideal y uno técnico (Figura 62)

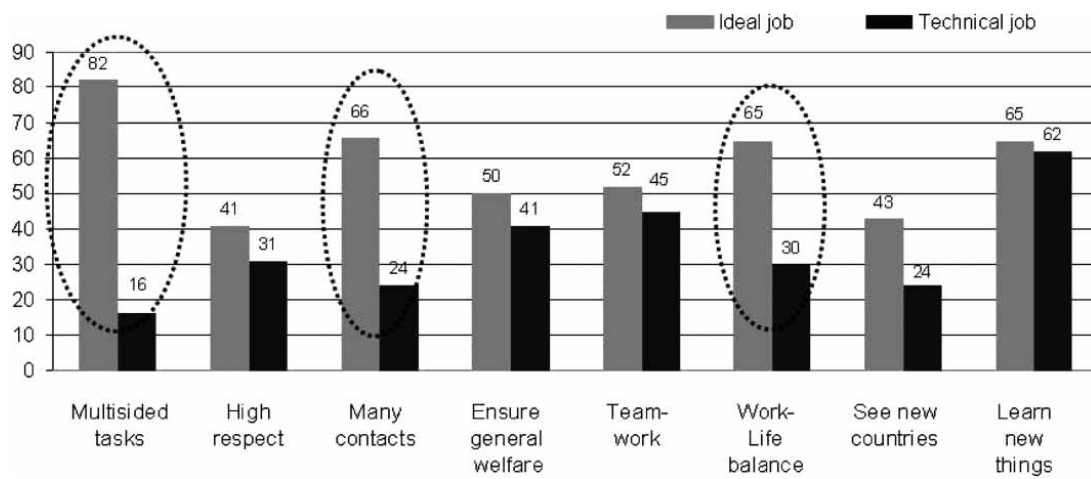


NaBa Tech 2009

Figura 62. Opiniones en la juventud sobre el trabajo ideal y el trabajo técnico

Hay desajuste pronunciado especialmente en la pregunta sobre si la ingeniería es un trabajo seguro, sobre todo cuando los estudiantes conocen la realidad sobre la tendencia positiva del mercado: las expectativas futuras no pudieron compensar las malas noticias del pasado. En la figura 63 se muestra la

comparación entre las cualidades deseadas en un trabajo ideal comparado con un trabajo técnico



NaBA TECH 2009

Figura 63. Comparación entre la cualidades deseadas en un trabajo ideal comparado con un trabajo técnico

La encuesta también encuentra puntos importantes como:

- La forma como los niños experimentan la tecnología de primera mano ha cambiado, juegos como Lego, trenes o kits de construcción han sido reemplazados por consolas de video y juegos de computador. Esto debería fomentar la actitud del usuario e incrementar la importancia de la tecnología en los colegios.
- Mujeres jóvenes con buenas calificaciones en matemáticas y ciencias tienen poca convicción de triunfar en ingeniería.
- Las mujeres no tienen miedo de ser una minoría cuando empiezan la carrera, sin embargo 2/3 reportan haber sufrido discriminación después de haber empezado.
- Los hombres que inician ingeniería están fascinados por experimentar de primera mano la tecnología pero se frustran por el estudio altamente teórico y muchas veces abstracto que tiene lugar durante las primeras etapas de la carrera.

Conclusión: ¿qué puede y debe hacerse?

A los jóvenes les gusta la tecnología y no dejan de lado la ingeniería por pereza o ignorancia, lo hacen porque otras opciones les parecen más atractivas. Existen otras tendencias que también afectan:

- El número de estudiantes provenientes de familias de clase trabajadora, una fuente tradicional de ingenieros, está decayendo.
- El alto grado de divorcios lleva a que los hijos sean criados por sus madres, como estas tradicionalmente tienen menos interés en la tecnología, sus hijos tienen menos motivaciones para interesarse en la tecnología.
- El cambio de actitud en ciertos sectores de la sociedad, a pesar de que existen estudiantes con buenas calificaciones en matemáticas y ciencias prefieren seguir carreras en las que el potencial de “recompensa” es mayor. Por otro lado los jóvenes con actitudes post materialistas que valoran la conservación de la naturaleza ven la tecnología y las máquinas como la causa de todos los problemas.
- Por ultimo un sistema de enseñanza poco atractivo y un currículo que exige “la persistencia de Sísifo y la paciencia de Job”. La enseñanza frustra a los estudiantes multifacéticos, en particular a las mujeres.

Para cambiar esto, los disuasivos anteriores pueden categorizarse:

Tecnología— ¿Puede un bien convertirse en un desafío nuevamente?

Actualmente, el desempeño de la tecnología basado en componentes “invisibles” como la microelectrónica y el software ha invadido todas las actividades corrientes de la vida. Por lo tanto, la tecnología es vista como una mercancía en vez de un desafío - una tendencia casi imposible de revertir. Como la mayoría de los jóvenes carecen de la posibilidad de experimentar y palpar la tecnología en el hogar, las escuelas y colegios tienen una alta

responsabilidad como la primera (y muchas veces el único) escenario en que la experiencia práctica con la tecnología es posible.

Se recomienda que:

- La educación en tecnología sea parte del currículo, con profesores competentes, de forma continua desde el kínder hasta la adolescencia.
- Se impartan conferencias por parte de científicos e investigadores industriales, con el fin de cerrar la brecha entre el currículo del colegio y el mundo fascinante de la ciencia y tecnología.

Ciencia y Tecnología y Sociedad: Know How básico para obtener ciudadanos informados y una parte de la educación de todos.

La ciencia y la tecnología deben volver a ser una parte integral del conocimiento de toda persona educada. El reconocimiento social es fundamental para el progreso de estas actividades y para devolver el respeto a la profesión. Se recomienda:

- La enseñanza de ciencia y tecnología debe ser comprensible y fomentar la discusión.
- Los medios deben presentar la ciencia y la tecnología como la base del bienestar, cuya ignorancia es un déficit severo y no una debilidad.
- La Propiedad Intelectual no debe seguir siendo discriminada comparada con los derechos de autor de música y textos.

Enseñanza Universitaria: de sofocar a estimular interés

Por lo menos desde hace 4 décadas los profesores universitarios se quejan de la falta de preparación de los nuevos estudiantes y comparan su trabajo con aquel de construir palafitos (casas sobre pilares) en un pantano de ignorancia.

En consecuencia, la primera etapa de estudio se dedica a construir las bases teóricas y filtrar a los débiles y menos preparados... este enfoque es un método efectivo de selección pero no es efectivo para crear interés y mucho menos para prevenir que deserten estudiantes inseguros de sus capacidades. Estudios han demostrado que un enfoque práctico puede tener mejores resultados. Se recomienda:

- Cambiar el enfoque de investigación en ingeniería a la implementación de estrategias. Se deben compartir las mejores prácticas y emular las iniciativas exitosas como “The Learning Factory” y **proyectos como los implementados por el profesor Hampe en la universidad técnica de Darmstadt en los que involucraba a los estudiantes de primer año en trabajo practico de diseño.**
- Dejar de enfatizar la dificultad extrema de las carreras de ciencia y tecnología. Fomentar y apoyar a los estudiantes menos preparados y menos dotados, y entrenarlos para la diversidad de posibilidades de carrera diferentes a la especialización técnica.

For historical reasons, engineering students at German universities spend their first four semesters learning mostly theory. Practical applications are taught only later. As a result, the first years are more frustrating than enjoyable. Pedagogically considered, this approach violates all the basic principles of education, since it is questions of practical application that arouse an interest in theory and not the other way around. (Pritschow 2004)

Industria: crear contactos, resaltar las oportunidades y mejorar las perspectivas.

Las empresas son lugares en los que se desarrolla y se implementa tecnología, tiene un rol fundamental en el interés de las generaciones jóvenes sobre la imagen de la ingeniería. Se recomienda:

- Destinar recursos para que los estudiantes puedan estar en contacto con el trabajo práctico. (visitas a fábricas, intercambios, presentaciones de expertos en colegios y universidades).
- Resaltar la actitud cooperativa y solucionadora de problemas de la ingeniería como punto de partida para que los graduandos empiecen a desarrollar su potencial. Dejar de enfatizar que solo los mejores son bienvenidos ya que la mayoría de trabajos solo requieren gente buena y normal. Sobre todo abstenerse de señalar que hay miles de ingenieros asiáticos que quieren trabajar por una fracción del salario de un ingeniero europeo... cualquier estudiante inteligente llega a la conclusión de que hay que evitar estudiar una carrera en peligro de extinción como esa.
- Incrementar las opciones de carrera para ingenieros por encima de los 50, ofreciendo educación continua y proyectos desafiantes en lugar de planes tempranos de retiro.

No hay forma de saber si estas recomendaciones solucionarán el problema sin embargo puede decirse que sin ellas la tendencia de alejamiento de las carreras de ciencia y tecnología continuará y en consecuencia las sociedades desarrolladas serán incapaces de enfrentar los desafíos del futuro.

LA PROBLEMÁTICA DE LOS POSGRADOS EN ESTADOS UNIDOS

En abril de 2010 “The Commission on the Future of Graduate Education en Estados Unidos” (FCE), publicó el informe “The Path Forward, The Future of Graduate Education in United States”.

La tesis central del informe sostiene que si Estados Unidos quiere mantenerse competitivo a nivel mundial, las deficiencias del sistema educativo deben entenderse y remediarse. Estas deficiencias se presentan en tres ámbitos distintos pero relacionados: Universidad; Industria; Gobierno.

a) Problemática.

El ámbito Universitario

Se identifican tres deficiencias: la deserción, el tiempo que se toma para concluir un programa y la transparencia en la trayectoria profesional.

Deserción

La deserción representa un costo no solo para el estudiante, sino también, para la universidad y para la sociedad. Es un costo de oportunidad en cuanto el estudiante desertor ocupó el cupo de uno que hubiese podido terminar. .A su vez, las universidades deben considerar la integración social y académica de los estudiantes y más importante proveer apoyo financiero. Los premios o las recompensas que llegan después de la graduación deben ser visibles a los estudiantes de esta forma puede evitarse la deserción.

En pregrado las universidades realizan todo un despliegue publicitario para guiar a los futuros estudiantes, sin embargo para posgrado no existe una maquinaria semejante; se deja así al estudiante con poca o ninguna guía sobre los programas de posgrado y cuál de ellos es el mejor para su perfil.

Existen programas que tienen como propósito afrontar este problema y que han resultado exitosos para atraer grupos de estudiantes más diversos, entre ellos están:

- Nivelar estudiantes de posgrado y pregrado para que los segundos se motiven por cuenta de los primeros.
- Ajustar el número de pasantías al número de estudiantes.
- Eliminar barreras de grado por medio de programas de tutoría, oportunidades de investigación e interacción estudiantil.
- Establecer fondos de becas para minorías.
- Crear programas de liderazgo para los directores de los posgrados, pues ellos son responsables del reclutamiento y la tutoría de los estudiantes.
- Programas de socialización de los estudiantes en puntos de transición críticos dentro de la vida estudiantil. De candidato a estudiante, de estudiante a investigador y de investigador a carrera profesional

Terminación del programa

No existe un tiempo determinado para completar los programas de posgrado sin embargo es importante que los estudiantes los realicen de la forma más eficiente posible. El tiempo requerido para obtener el título influencia directamente la decisión de las personas para cursar un doctorado. El promedio es de 7 años, muy pocas personas terminan en 5. Una de las formas en que las universidades han afrontado este problema es creando Maestrías profesionales (Professional Science Master) un programa con enfoque más industrial y empresarial que teórico.

Transparencia en la trayectoria profesional

Es fundamental entender las opciones de carrera profesional que se presentan con cada uno de los programas de posgrado. Las maestrías se enfocan en la preparación de los estudiantes para la empresa y la industria mientras que esto no es necesariamente igual para los doctorados. En la actualidad el futuro de

una persona que obtiene un doctorado no es tan claro como solía ser y esto influye en la forma como los estudiantes analizan el costo de oportunidad de obtener un doctorado. Existen tres razones para que el futuro profesional de un doctorado no esté tan claro:

- La composición de los profesores de universidad cada vez está menos compuesto por académicos de carrera.
- La gran cantidad de tiempo que toma obtener un doctorado y el tiempo de investigación posterior necesario para conseguir un puesto académico en algunos campos.
- La dificultad de guiar a los estudiantes por el camino que lleva a los trabajos en las empresas, el gobierno y las organizaciones sin ánimo de lucro, por un cuerpo de profesores que no entiende y no conoce el camino.

Debe entonces hacerse un esfuerzo para exponer de mejor forma las opciones de carrera que tiene un candidato al doctorado y ajustar los programas para que preparen a los estudiantes en diversas aproximaciones laborales.

El Ámbito Industrial

Una de las más grandes deficiencias del sistema de posgrados es su falta de conexión con el sector industrial, el objetivo final de la educación de posgrado es producir trabajadores productivos, innovadores y con conocimientos, pero para lograr esto es necesario entender cuáles son las expectativas de los empleadores. En entrevistas se ha encontrado que los empleadores buscan:

- Conocimiento de otras culturas, del mundo físico y del mundo natural.
- Habilidades Intelectuales y prácticas.
- Responsabilidad social y personal.
- Aprendizaje integrador.
- Habilidades Técnicas.
- Títulos superiores

- “Soft Skills” desarrolladas: profesionalismo, ética laboral, administración del tiempo.

A su vez, en otras encuestas realizadas para identificar lo que se espera de los graduados de secundaria y pregrado, se encontró que los empleadores buscan:

- Profesionalismo y ética laboral
- Habilidades de comunicación oral y escrita.
- Colaboración/trabajo en equipo.
- Pensamiento crítico y solución de problemas
- Ética y responsabilidad social

Todas ellas son comunes a la educación de posgrado.

El ámbito gubernamental

Los decanos de las universidades concuerdan en que la financiación de los posgrados y la carga financiera impuesta a los estudiantes es uno de los asuntos que deben tratarse con más urgencia y que el gobierno se encuentra en mejor posición para reducir el impacto financiero de los estudiantes de un posgrado. El efecto de proveer un respaldo financiero apropiado, tanto para el estudiante como para la universidad, puede ser “de largo alcance”, permitiría aumentar la tasa de graduados y disminuir la tasa de deserción. Deben crearse nuevos acuerdos entre el gobierno y las instituciones con el objetivo de proveer métodos alternativos de financiación para los estudiantes de posgrado.

b) Recomendaciones

Para las universidades

- Mejorar las tasas de terminación: la primera prioridad es mejorar las tasas de terminación, para ello deben realizarse estudios que permitan conocer las estadísticas con claridad (en EE.UU son responsabilidad del “Ph.D. Completion Project Center”)
- Hacer más clara la trayectoria profesional de los estudiantes: cada vez más los graduados trabajan por fuera del sector de la academia, las escuelas de posgrado deben aceptar esta realidad y proveer información y entrenamiento apropiado a sus estudiantes sobre las oportunidades de carrera que se desprenden de sus estudios.
- Preparar al futuro personal que integrará el cuerpo de profesores: Este acápite es particular a EE.UU., el gobierno tiene como meta tener la proporción mundial más alta graduados universitarios para el año 2020, lo que repercute directamente en las escuelas de posgrado. Existen programas para preparar a los doctores y maestros que quieran hacer carrera académica en temas como la evaluación de resultados de los alumnos y enseñanza de una conducta ética y responsable en la investigación.
- Preparar a los futuros profesionales: Gran parte de la fortaleza del sistema de posgrado de EE.UU radica en que ofrece maestrías robustas que incorporan un fuerte componente profesional, sin embargo no sucede lo mismo con los doctorados. Esta deficiencia ha sido reconocida por otros países que han iniciado esfuerzos (apoyados por el gobierno) para llenar este vacío. En el Reino Unido por ejemplo se inició un programa de “desarrollo profesional” que tiene como objetivo responder a las necesidades laborales de forma tal que los graduados de posgrado (doctorados) tengan habilidades que los preparen para trabajar en distintos ámbitos por fuera de la academia.

Para el país

- Fomentar la creatividad y la formación de empresa.

- Mejorar la efectividad personal incluyendo auto-organización y el desarrollo de habilidades profesionales.
- Desarrollar la capacidad para el manejo de proyectos, entendimiento en finanzas, financiación y administración de recursos.
- Cultivar un marco de ética profesional y de investigación.
- Fomentar el desarrollo de habilidades que mejoren la investigación; comunicación, trabajo en equipo, utilizar un contexto más amplio para las investigaciones, y aplicación de investigación para propósitos corporativos o sociales.

Estos factores deben incorporarse inmediatamente en los cursos de doctorado.

- Establecer y expandir los programas que tienen como fin identificar estudiantes de pregrado talentosos.

Para los empleadores

- Asociarse con las universidades para dar becas para estudiante de posgrado: la beca debe cubrir los costos de matrícula y la entidad patrocinadora deberá ofrecer una pasantía para el estudiante seleccionado. Además para que la universidad entienda las necesidades del empleador, un miembro de la facultad podrá realizar un intercambio en la empresa por un mes y un empleado de la empresa ir a la universidad, de esta forma se crea un canal de retroalimentación sobre las necesidades mutuas.
- Cuentas de estudios: los empleadores deberían considerar crear un fondo, similar al de pensiones, en el que aporten tanto empleados como empleador para financiar la educación de posgrado de los empleados, como contraprestación se darían beneficios tributarios al empleador y a los empleados.
- Reembolso del costo del posgrado a empleados que busquen acceder a educación de posgrado.

- Crear programas de becas patrocinados por la industria paralelos a los gubernamentales: De esta forma la industria puede definir los estipendios para un programa diseñado para interrelacionarse con la industria, cada compañía participante deberá comprometerse a patrocinar a por lo menos una persona en todos los costos relacionados con el programa de posgrado. Las compañías podrán crear una bolsa de empleos para los participantes.
- Las pequeñas empresas deberán obtener descuentos tributarios si estimulan a sus empleados a cursar posgrados.
- Todos los empleadores deberán dar a conocer cuáles son las habilidades necesarias para los trabajos del siglo 21 en la económica global.
- Proveer pasantías y oportunidades de trabajo y estudio.

Para el gobierno

Asegurarse que la educación de posgrado sea una opción viable para cualquier ciudadano, el patrocinio gubernamental debe incrementarse de forma dramática para ello se proponen dos programas COMPETES para doctorados y El programa para fortalecer la educación de maestría.

Para doctorados

- Crear un nuevo programa de financiación para áreas de necesidad nacional. Cubrirá la totalidad de los costos de vida y los costos del programa.

Para maestrías

- El gobierno debe autorizar un programa competitivo de becas entre las distintas agencias para incrementar la capacidad de innovación en las universidades.
- Cada programa debe demostrar que mantiene las tasas de reclutamiento, de terminación y de ubicación laboral así como la relación con empleadores

para asegurarse que produzcan graduandos para la fuerza laboral local, estatal o nacional. Los programas deben proveer al menos 2/3 del costo del programa de forma diferente a la financiación gubernamental.

- Continuar con programas ya existentes:
 - Programa federal de becas, actualizando los costos.
 - Condonación del préstamo para estudiantes en campos prioritarios.
 - Reformar las leyes tributarias para ofrecer ventajas a los estudiantes.
- Para estudiantes internacionales:
 - Son un componente vital para el sistema de educación de EE.UU. deben adoptarse políticas que le den la bienvenida a este grupo.
 - Facilitar el proceso de visas.
 - Crear una nueva categoría de visa para los estudiantes que reciban un título de doctorado o maestría en los campos STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), que les abra el camino a la residencia permanente.
- Crear un concurso para promover los talentos de los estudiantes: un concurso en el que los estudiantes apliquen sus talentos a problemáticas a nivel local nacional e internacional. Las universidades serian alentadas a crear equipos interdisciplinarios para identificar y solucionar problemáticas actuales.
- Apoyo gubernamental a estudios destinados a identificar y entender los desafíos que enfrenta la educación de posgrado:
 - Entender las aspiraciones y crear trayectorias profesionales, las carreras del siglo 21 y los caminos que llevan a ellas.
 - Las humanidades en el siglo 21, el rol de la educación de posgrado en la preparación de los líderes y los académicos del futuro.

“EDUCANDO AL INGENIERO DE 2020”

Como complemento a la 1ª fase del estudio “**The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century**”, la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos adelantó en 2004 la 2ª. Fase: “**Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century**”. En esta fase se plantean recomendaciones relacionadas con la educación de pregrado en ingeniería, con el fin de que los postulados (Aspiraciones) y com

petencias de los ingenieros al 2020 puedan lograrse.

El estudio reconoce los logros que se han obtenido en el país con el énfasis en la investigación en ingeniería adelantada en los programas de posgrado de las Universidades, pero resalta la urgencia para modificar la formación de pregrado con el fin de preparar ingenieros para desempeñarse adecuadamente en la industria, en donde además del conocimiento, se requiere una preparación para el diseño, la comunicación, el trabajo en equipos multidisciplinarios, con creatividad, liderazgo, habilidades para la administración y los negocios, desarrollando a lo largo del ejercicio profesional un alto estándar ético, dinamismo, agilidad, flexibilidad y capacidad para el aprendizaje continuo en ambientes formales y mediante auto estudio.

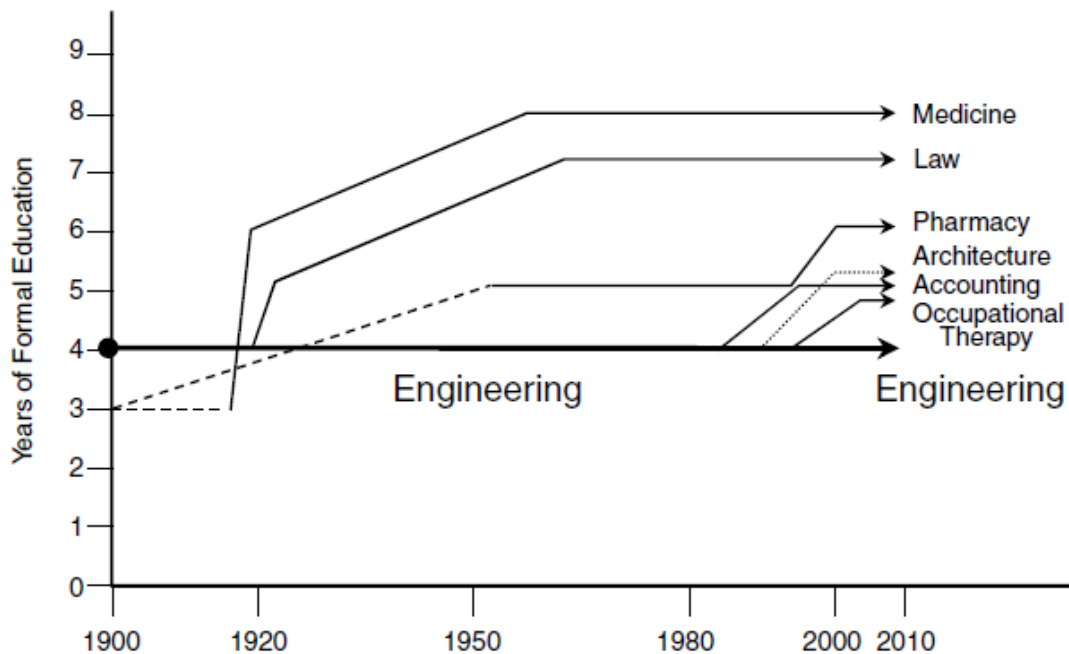
Se mencionan a continuación algunas de las catorce recomendaciones finales, las cuales, en algunos casos, coinciden con los resultados y conclusiones de los estudios citados anteriormente.

1. *“El grado de “bachiller” debe reconocerse como un grado de “pre-ingeniería” o B.A en ingeniería, dependiendo del contenido de los curso y de las aspiraciones del estudiantes”.*

De otra forma es imposible: abarcar la explosión del conocimiento y de las ciencias de la ingeniería en los programas tradicionales de pregrado de cuatro años; lograr la excelencia técnica imprescindible en la formación de los ingenieros pero además desarrollar competencias de trabajo en grupo,

de comunicación, de pensamiento ético, global y social, entre otras; incluir las humanidades, la economía, la ciencia política en el currículo para cumplir que definitivamente contribuyen a la formación integral de los ingenieros.

Si se comparan los requisitos que se exige en Estados Unidos para ejercer otras profesiones como derecho (7 años), medicina (8 años), farmacia (6 años), arquitectura (5 años), entre otras, la formación de cuatro años en ingeniería no sería suficiente y se requeriría que el Master fuera el primer título “profesional” (Wulf, 2007).



RUSSELL ET AL (2001)

Figura 64. Años de educación postsecundaria formal que se requieren para empezar a ejercer algunas profesiones en EE. UU

2. *“ABET debería permitir la acreditación de programas de ingeniería del mismo nombre a nivel de “Bachelor” y Posgrado en el mismo departamento con el fin de reconocer que la educación a través de un título de Maestría Profesional produce verdaderamente un ingeniero “maestro” acreditado”.*

En concordancia con la primera recomendación, de esta forma, se promueve la calidad y el reconocimiento de la profesión, se profundiza en el conocimiento de áreas específicas, se desarrollan mejor las competencias y se prepara al ingeniero para una mejor práctica profesional.

3. *“Los departamentos de Ingeniería deben promover nuevos modelos flexibles y novedosos en la educación de pregrado; por ejemplo, planes de estudios con cursos tomados en otras universidades. ABET debe exigir a sus evaluadores que den especial importancia a este tipo de iniciativas”.*

4. *“Cualquiera que sea la aproximación creativa en la concepción de programas de pregrado, la esencia de la ingeniería –**el proceso de diseño iterativo, la predicción de desempeño, la construcción y prueba de prototipos**- debe enseñarse desde las primeras etapas del currículo incluyendo el primer año.*

De acuerdo con estudios realizados, parecería que aquellos estudiantes que se inician más temprano en el diseño de ingeniería, en la solución de problemas de ingeniería y en el concepto de que los ingenieros están al servicio de la sociedad para solucionar sus problemas, tienen más probabilidad de completar sus estudios.

Vale la pena comparar esta recomendación con una de las citadas anteriormente en el estudio del Dr. Frank Stefan Becker:

*“[Las universidades deben] Cambiar el enfoque de investigación en ingeniería a la implementación de estrategias. Se deben compartir las mejores prácticas y emular las iniciativas exitosas como “The Learning Factory” y **proyectos como los implementados por el profesor Hampe en la universidad técnica de Darmstadt en los que involucraba a los estudiantes de primer año en trabajo práctico de diseño**”.*

Por otra parte, las universidades deben desarrollar esquemas y programas que mejoren la retención de los estudiantes. De acuerdo con Wulf (2007) “el problema de la mayoría de escuelas de ingeniería no es incrementar el ingreso de nuevos estudiantes, sino mejorar la retención, siquiera al 50%”.

5. *“Las universidades deben crear nuevos estándares para calificar a los profesores (faculty), para los nombramientos y expectativas, por ejemplo, para exigir experiencia en la práctica de la ingeniería, y deben crear programas para apoyar el desarrollo profesional del cuerpo de profesores”*

Si los profesores van a preparar a los estudiantes para el ejercicio de la ingeniería, deben tener experiencia creíble en trabajo con la industria. “esto no es una recomendación para que los profesores tengan “n” años de experiencia, es una recomendación para que los departamentos de ingeniería examinen con detenimiento la composición de habilidades y

experiencia del grupo de profesores para formar y orientar a los estudiantes a la práctica de la ingeniería. Las instituciones deben estrechar los lazos que vinculan la educación en ingeniería con la práctica profesional, no solamente a través de actividades curriculares y extracurriculares, sino también, a través de la experiencia de sus profesores en investigación para la industria, diseño y desarrollo de productos y fabricación” (NAE, 2004)

6. *“Las escuelas de ingeniería deben enseñar a sus alumnos a aprender, y deben jugar un papel importante con las asociaciones profesionales para apoyar la educación a lo largo de la vida de los ingenieros, tal vez, ofreciendo programas ejecutivos similares a un MBA”.*

Es de primordial importancia preparar a los estudiantes y acompañar a los profesionales en procesos de formación para la globalización.

7. *“Las escuelas de ingeniería deben introducir la interdisciplinariedad desde el pregrado”*

Los problemas reales que enfrentan los ingenieros una vez se vinculan al mundo real, rara vez son unidisciplinarios y su solución exige la activa participación de varias disciplinas.

8. *“Las instituciones de enseñanza de la ingeniería deben participar y coordinar esfuerzos en todo el país para que la sociedad entienda lo que es la ingeniería, para lograr la alfabetización técnica de la sociedad.*

Solo a través del reconocimiento social de la ingeniería se puede lograr la aceptación de la profesión y competir en la economía global que da valor especial a la tecnología.

De nuevo, se compara esta recomendación con la siguiente conclusión del estudio del Dr. Frank Stefan Becker:

El cambio de actitud de la sociedad con respecto a la tecnología ha tenido un impacto negativo sobre la imagen de los ingenieros. La tecnología es omnipresente pero esto no se traduce en un alto respeto por la profesión.

WORLD ENGINEERING EDUCATION FORUM

El Foro Mundial de Educación en Ingeniería (2010) realizado en Singapur del 17 al 22 de octubre de 2010, tuvo como tema central “Colaboraciones Efectivas para abordar desafíos comunes”.

Durante el Foro reunió cinco conferencias internacionales en educación en ingeniería:

- Noveno Coloquio Mundial de la Sociedad Americana para la educación en Ingeniería - American Society for Engineering Education (ASEE) -
- Décimo segundo encuentro de la Asociación Internacional para la Educación Continua en Ingeniería - International Association for Continuing Engineering Education (IACEE) -
- Cuarta Cumbre de la Federación Internacional de Sociedades de Educación en Ingeniería - International Federation of Engineering Education Societies (IFEES) -
- Primera Conferencia Mundial del Consejo Mundial de Decanos de Ingeniería – Global Engineering Deans Council (GEDC) –
- Séptimo Foro Mundial de la Plataforma de Estudiantes para el Desarrollo de la Educación en Ingeniería - Student Platform for Engineering Education Development (SPEED) -

El Foro tuvo como propósito “reunir desde la investigación y la innovación, la educación en ingeniería y la educación continuada, a cuerpos de profesores, decanos, estudiantes, representantes de la industria y gobierno, interesados en Ciencia y Tecnología en todo el globo, para discutir los Grandes Desafíos de la Ingeniería para el Siglo 21 y nutrir y promover la asociatividad para abordarlos” (WEEF, 2010).

Para cumplir con este propósito se definieron los siguientes objetivos:

1. *Evaluar el estado global de asuntos en educación en ingeniería desde la visión general de los mayores retos en este campo.*
2. *Forjar y desarrollar colaboraciones para abordar desafíos en la ingeniería local, regional y global, y en la educación en ingeniería.*

3. *Imaginar el futuro de la educación en ingeniería, en innovación y educación continuada en el mundo en 10 a 20 años, para apoyar y mejorar esfuerzos y asociaciones actuales.*

Se espera obtener los siguientes resultados:

1. *Desarrollo de un informe sobre el estado de la educación en ingeniería en el mundo.*
2. *Desarrollo de un informe sobre posibles escenarios futuros para la educación en ingeniería y las implicaciones sobre los esfuerzos actuales.*
3. *Inicio de diez nuevas iniciativas de asociación.*
4. *Incrementar la conciencia de los participantes en la importancia de la comunicación y colaboración global en la educación en ingeniería.*
5. *Mejorar la efectividad de los participantes para establecer o avanzar en asociaciones globales.*
6. *Satisfacción de los interesados en el impacto local del Foro*

Se seleccionó como tema central en las cinco conferencias: “Grandes Desafíos para la Ingeniería en el Siglo XXI: Sostenibilidad de la Energía y del Agua”.

El tema central de Conferencia Mundial del Consejo Global de Decanos de Ingeniería fue el “Aprovechamiento de la Capacidad Colectiva para Innovar el Futuro”.

Del marco introductorio de esta conferencia se destacan los siguientes aspectos:

- Se requiere formar a los estudiantes de ingeniería para que puedan enfrentar nuevas condiciones del entorno: velocidad del cambio tecnológico y globalización.
- El mayor desafío de la educación en ingeniería consiste en proporcionar a los estudiantes una educación científica y de ingeniería más amplia y profunda y al mismo tiempo, impartir una educación cultural y multidisciplinaria más amplia que en el pasado.
- Las fronteras entre disciplinas de la ingeniería, y entre ingeniería, biología, y ciencias de la salud, tienden a desaparecer. Como resultado, la educación debe ser mucho más interdisciplinaria.
- Se deben educar a los estudiantes para que sean ingenieros mundialmente competentes y con pertinencia local.

- Se debe inculcar a los estudiantes el interés por la educación a lo largo de la vida, necesaria para mantenerse actualizado en un ambiente de generación continua de conocimiento.
- Se debe preparar a los estudiantes para que estén en capacidad de abordar los grandes desafíos en educación, salud, sostenibilidad ambiental y energética, suministro de agua potable y alimentos, seguridad, entre otros. Las soluciones requieren la participación activa de múltiples disciplinas.
- Se deben desarrollar las habilidades y competencias para que el ingeniero del futuro sea un líder con capacidad para abordar los desafíos de un mundo cambiante.

Como resultado final de las deliberaciones del Foro, se produjo la “DECLARACION DE SINGAPORE” (2010), de las cuales se extractan las siguientes conclusiones:

- Se necesita implementar cambios profundos en todos los niveles de educación en ingeniería – pregrado, posgrado, educación continua – para que los ingenieros puedan abordar los desafíos del siglo XXI en un entorno global, multidisciplinario, inclusivo y colaborativo culturalmente para desatar la potencialidad de la diversidad en el pensamiento.
- Para lograr esta formación se debe comprometer la colaboración global del talento y recursos en innovación e investigación, y el trabajo multidisciplinario.
- Se requiere una nueva forma de educación en ingeniería para abordar los retos del siglo XXI con creatividad, sostenibilidad y conciencia humanitaria.
- El desarrollo, despliegue, y evaluación de los programas de educación en ingeniería, deben lograrse con la implementación de métodos de calidad que logren impactar la sociedad.

- La ingeniería debe mantener un liderazgo en la formulación y solución de desafíos globales, llevando el discurso más allá de los intereses políticos y nacionales.
- Se debe apoyar el desarrollo de planes de estudios en pregrado y posgrado, de experiencias de aprendizaje y de oportunidades de trabajo que aborden los desafíos globales. La creatividad, el pensamiento crítico y la comunicación efectiva deberán incorporarse a través de experiencias de aprendizaje para que los ingenieros puedan comunicarse e interactuar con la sociedad en forma explícita.

OTRAS INICIATIVAS EN LA FORMACIÓN DE PREGRADO

Con el fin de dar respuesta a las necesidades identificados anteriormente en relación con la educación de pregrado en ingeniería a saber: formación de ingenieros innovadores que puedan desempeñarse eficientemente en la industria, aún desde su primera vinculación; desarrollar capacidades de los futuros ingenieros en el proceso iterativo de diseño, incluyendo el desarrollo y prueba de equipos o sistemas; diseño de planes de estudios que proporcionen, no solo excelente conocimiento técnico, sino también, el desarrollo de competencias en comunicación, trabajo en equipo, colaboración interdisciplinar, liderazgo, aprendizaje a lo largo de la vida, alto estándar ético, entre otras, que faciliten la aplicación de conocimientos en contexto y la incorporación de los futuros ingenieros a la vida profesional; incluir en el plan de estudios las humanidades, la economía, la gestión de negocios, como uno de los medios para el desarrollo de dichas competencias; formar a los ingenieros con una visión global desde lo local; promover la participación del cuerpo de profesores en proyectos con la empresa; han aparecido recientemente iniciativas con otros enfoques en la formación en ingeniería. Por su novedad, carácter innovador y trascendencia se hará una corta reseña de la visión de Olin College of Engineering y The Learning Factory en PennState University, University of Wahington y Universidad de Puerto Rico Mayagüez.

No se incluye en este trabajo la Iniciativa CDIO (CONCEBIR – DISEÑAR – IMPLEMENTAR – OPERAR, productos y sistemas complejos de ingeniería) dado que el Departamento de Ingeniería Electrónica la ha adoptado como nuevo modelo de enseñanza de la ingeniería y avanza rápidamente en su implementación. A este respecto, solo se quiere enfatizar que:

- La iniciativa da respuesta a la necesidad de formar ingenieros con los conocimientos y **competencias** que se requieren para el ejercicio profesional en la industria.

- La educación en ingeniería requiere el compromiso y participación de todas las partes interesadas: estudiantes, profesores, industria y sociedad, y los resultados del proceso de aprendizaje deben reflejar adecuadamente sus puntos de vista. Se considera a la industria como la parte interesada más importante, ya que son los “clientes” de la universidad al recibir a sus egresados, pero los “clientes inmediatos” del proceso educativo son los estudiantes (Crawley,2007, pp16).

Olin College of Engineering

Frank W. Olin College of Engineering, fue establecido por la Fundación F.W Olin en 1997, vinculó a sus primeros académicos en 2000 e inició labores en el otoño de 2002. El Campus, con una extensión de 28 hectáreas está ubicado en Needham, Massachusetts. Ofrece programas de pregrado en Ingeniería General, con concentración en una de las siguientes áreas: Bioingeniería, Computación, Ciencias de Materiales y Sistemas de Ingeniería; Ingeniería Eléctrica y de Computadores e Ingeniería Mecánica. Todos los programas cuentan con la acreditación de ABET.

A diferencia de otras instituciones la organización del Colegio no sigue una estructura por departamentos; el cuerpo de profesores opera como un grupo interdisciplinario y las oficinas del personal académico están completamente mezcladas. Este ambiente favorece el trabajo interdisciplinario.

El plan de estudios ofrece alternativas a las inquietudes formuladas por la Academia Nacional de Ingeniería y otros grupos para la educación en ingeniería en el siglo XXI, al incluir énfasis en diseño de ingeniería, en planeación, financiación y mercadeo de productos, en trabajo en equipo interdisciplinario, en autoestudio y en habilidades de comunicación, entre otros. Se basa en el llamado triángulo de Olin, donde se combinan la fundamentación en ciencia e ingeniería; el emprendimiento, los negocios, la ética y espíritu de filantropía; y las artes

liberales (lenguaje, literatura, historia, economía, arte), el diseño, la creatividad, la innovación y la comunicación.

Algunos aspectos novedosos del currículo son:

- El diseño forma parte integral del plan de estudios; a lo largo de la carrera. Aún desde el primer año, los estudiantes realizan proyectos de diseños de formulación abierta, en los que se aplican conocimientos y habilidades técnicas y no técnicas. El aprendizaje del diseño se adelanta en cursos formales obligatorios: Naturaleza del diseño; diseño colaborativo orientado a usuario; profundización en diseño de acuerdo con el área de interés. El plan de estudio finaliza en el último año con el proyecto “SENIOR CAPSTONE PROGRAM IN ENGINEERING” (SCOPE), en el cual, los estudiantes, trabajando en equipos multidisciplinarios deben resolver un problema real de ingeniería.
- La formación en matemáticas y ciencias se inicia con el curso Modelaje y Simulación del Mundo Real. La línea de matemáticas continúa con Cálculo Vectorial, Algebra Lineal y Probabilidad y Estadística. El área de Ciencias incluye cursos en Física, Química y Biología. De acuerdo con el interés y las necesidades de los programas particulares.
- Una sólida fundamentación en Humanidades y Ciencias Sociales es esencial en la educación en ingeniería. Esta formación permite aplicar los conocimientos de ingeniería de acuerdo con el contexto social en que se requieren. Todos los estudiantes deben tomar un curso básico en que se presenta una visión general de ésta área, se hace una introducción al pensamiento crítico y en contexto y se integra el contenido con las diferentes disciplinas de la ingeniería. Otras asignaturas en el área se cursan de acuerdo con el interés del estudiante.
- El emprendimiento es una de las áreas más importantes del plan de estudio. Se entiende en el sentido amplio de identificar oportunidades, satisfacer necesidades y crear valor. Una preparación en emprendimiento y el desarrollo de competencias le permitirá al estudiante convertirse en un

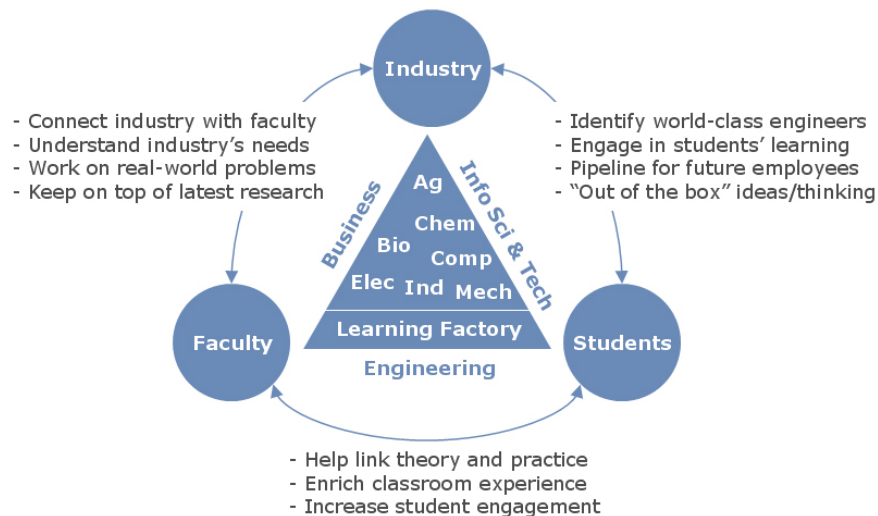
mejor ingeniero e influenciar positivamente en la sociedad. “Los graduados deben demostrar capacidad para identificar oportunidades sociales, técnicas y económicas, para predecir retos y costos asociados con la búsqueda de oportunidades y tomar decisiones sobre que oportunidades vale la pena conseguir” (Olin, 2009). Todos los estudiantes deben tomar el curso de fundamentación en Negocios y Emprendimiento, así como el componente de emprendimiento en los cursos de diseño. Olin College dispone de una unidad de incubación de negocios, “The Foundry”, que ofrece ayuda y espacio para emprendimientos de los estudiantes. Los estudiantes también pueden encontrar oportunidades de emprendimiento a través del proyecto final SCOPE. La experiencia de emprendimiento puede finalizar con la realización de un proyecto final en el que el estudiante integra conocimientos y habilidades.

- A lo largo del plan de estudios se integra la instrucción y práctica de la comunicación en forma escrita, hablada, visual y gráfica.
- El plan de estudios contempla actividades de estudio personal formalmente evaluadas. Se prepara así al estudiante para adquirir la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida.
- “Para fomentar la creatividad y la iniciativa de los estudiantes, Olin anima a los estudiantes para llevar a cabo “actividades apasionadas” (passionate pursuits). Al implementar este programa se reconoce que las “pasiones” de los estudiantes bien sean técnicas artísticas o empresariales, son importantes para su formación personal y profesional. Algunos estudiantes aprovechan esta oportunidad para iniciar un negocio con el apoyo de la incubadora, otros pueden desarrollar sus capacidades artísticas, etc. Se brinda la oportunidad a los estudiantes para seguir sus “pasiones” en forma independiente, ofreciendo los recursos necesarios y reconocimiento formal en una base “sin créditos” (Kerns, 2005). El programa se debe completar para obtener el grado.

Fábrica de Aprendizaje (The Learning Factory)

La Fábrica de Aprendizaje fue creada en 1997 con el patrocinio de Fundación Nacional de Ciencia en Estados Unidos (National Science Foundation) en el programa de Reinversión en Tecnología. Actualmente, este programa se ha implantado, en un ambiente colaborativo, en la Universidad Estatal de Pensilvania (Penn State University), en la Universidad de Washington y en la Universidad de Puerto Rico.

En la Universidad de Pensilvania, la misión del programa es “llevar al aula de clase el mundo real de la ingeniería proporcionando a los estudiantes de ingeniería una experiencia práctica al desarrollar proyectos financiados por la industria, como requisito del último curso de diseño (capstone)”. En la Universidad de Puerto Rico, el programa permite “acercar a los estudiantes al diseño desde el primero al último año”.



FUENTE: PENS STATE LEARNING FACTORY

Figura 65. Beneficios del programa

Algunas características importantes de los proyectos en PennState son:

- La mayoría de proyectos son interdisciplinarios, y por tanto requieren la participación de dos o más disciplinas de ingeniería, pero se

promueve la participación de estudiantes de Administración de Negocios y Ciencias de la Información. Los estudiantes de administración ayudan a formular planes de negocios para empresas incubadas o pequeñas empresas.

- Los proyectos se desarrollan por grupos de tres a cinco estudiantes durante un semestre de 15 semanas. Los grupos cuentan con instructores del departamento donde, por su naturaleza, se coordina el proyecto.
- A pesar de que la única garantía para el buen resultado de los proyectos es la confianza en que los estudiantes darán lo mejor para lograr los objetivos del proyecto, los resultados que se han obtenido son totalmente satisfactorios. Un buen resultado depende también del grado de compromiso y participación de la empresa interesada.
- Las empresas participantes “promocionan” sus proyectos con anterioridad al comienzo del curso. Para contribuir con los gastos de los proyectos aportan como donación a la universidad una partida de U.S \$3.000. De esta suma, \$1000 es administrado por los grupos desarrolladores y se utilizan para cubrir costos de materiales, transporte, etc; \$500 cubre costos de los eventos, correos y otros gastos administrativos; y \$1.500 van al departamento que coordina el proyecto para contribuir al pago de instructor y de las instalaciones locativas.
- De acuerdo con el reglamento de propiedad intelectual de la universidad, la propiedad intelectual de los desarrollos obtenidos en un curso pertenecen al estudiante. Sin embargo, la propiedad puede ser transferida a las empresas si así lo solicitan. En este caso las empresas deben hacer un aporte adicional de \$500. Adicionalmente, la firma de acuerdos de confidencialidad garantiza la posición competitiva de los patrocinadores.
- De acuerdo con la naturaleza del proyecto, los entregables al final de semestre incluyen:

- *Informes técnicos (concepto, estudios preliminares y de detalle)*
- *Estudios de factibilidad y análisis de ingeniería*
- *Búsqueda de patentes, "benchmarking" de competencia.*
- *Planos y especificaciones*
- *Prototipos*
- *Programas de computador, modelos de simulación, datos*
- *Procesos de manufactura o entrega de servicios*
- *Presentaciones, videos, demostraciones*
- *Análisis financiero y de mercado, planes de negocio*
- *Informes técnicos finales.*

En la Universidad de Pensilvania, desde el inicio del programa en 1995, se han desarrollado exitosamente más de 1000 proyectos para aproximadamente 250 empresas de todos los tamaños. En la Universidad de Puerto Rico la experiencia cubre alrededor de 50 proyectos con la participación de 200 estudiantes.