



Los nuevos paradigmas para la formación de los ingenieros

Exposición a los miembros de la Academia Nacional de Ingeniería y el Hábitat Reunión Técnica / 20 de Marzo de 2012

La formación de ingenieros, al igual que el resto de las carreras universitarias, está sometida a requerimientos del ámbito interno del país y a incidencias provenientes del entorno internacional.

Entre los requerimientos internos pueden citarse las aspiraciones sociales de quienes emprenden estudios superiores, en procura de la obtención de una formación universitaria con calidad reconocida, que cumpla condiciones para la empleabilidad y contribuya con la prosperidad y el desarrollo del país.

Las incidencias de origen internacional derivan de los retos que imponen el nuevo orden social y económico mundial, su fundamentación en conocimientos, el proceso de cambio indetenible y la capacidad de transferencia impulsada por las tecnologías de información y comunicación.

Este documento contiene referencias vinculadas con aspectos relevantes que se debaten en el mundo sobre educación superior, con particular énfasis en los que impactan la formación de ingenieros, así como en los que se considera tienen repercusiones en la organización de los estudios y los diseños curriculares de las carreras de ingeniería ofrecidas en las universidades venezolanas.

Se presentan esas referencias en el siguiente orden: primero, los aspectos derivados del nuevo orden social y económico mundial que afectan la educación universitaria; segundo, los requerimientos sociales que inciden sobre la educación superior venezolana y en

José R Bello

Centro de Iniciativas Emprendedoras.
Universidad Metropolitana

tercer lugar, los criterios aplicables a Venezuela, que se debaten en el plano internacional sobre la formación de ingenieros.

La formación universitaria ante el nuevo orden social y económico

La conformación del nuevo orden social y económico mundial, es producto de los avances de las ciencias, las tecnologías y las innovaciones de universidades y centros de investigación-desarrollo (gubernamentales y privados) que operan a escala mundial. Se trata de un nuevo orden basado en conocimientos y en las capacidades de transferencia provistas por las tecnologías de información y comunicación.

En tanto los conocimientos resultan de actividades intelectuales inagotables de los seres humanos, el nuevo orden social y económico mundial debe ser comprendido como un proceso indetenible que seguirá modificando el orden establecido y determina que lo normal sea el cambio. Impone retos a la universidad como factor que le da impulso y, a la vez, en cuanto a su papel de actuar con mayor efectividad a fin de que la sociedad se beneficie de ese nuevo orden constituido y alcance mejores niveles de desarrollo.

Hay acentuadas preocupaciones por la pasividad observada en las universidades ante la urgencia de adoptar medidas decisivas y efectivas para enfrentar esos retos. Se enfatiza que a pesar de los cambios en curso, todavía en el presente se sigue practicando la educación basada en la enseñanza de lo que el profesor conoce. Entre los desafíos urgentes planteados a la educación superior, figura el reemplazo de las clases pasivas por la provisión de oportunidades de aprendizajes durante toda la vida (educación permanente), en la medida en que la sociedad demanda mayores transformaciones. Se sostiene que la existencia del nuevo orden social y económico basado en conocimientos, ha originado una dependencia de la sociedad, los negocios y las empresas, de los avances de la educación, principalmente en ciencias e ingeniería, y de las actividades de investigación, innovadoras y emprendedoras.

En el ámbito universitario, se fortalece su papel de contribuir a la competitividad de las economías, especialmente por medio de investigaciones académicas e investigaciones con fines de uso; a través de su capacidad para responder a las demandas crecientes de aportar contribuciones más sustanciales a las economías locales y asumir posiciones determinantes en las estrategias para los desarrollos regionales.

La transferencia del conocimiento, del saber hacer y de la experiencia de las universidades hacia la sociedad, ha dando lugar al concepto de "tercera misión" (Bueno C., E., Casani F., UAM. La tercera misión de la Universidad. Enfoques e indicadores básicos para su evaluación. 2010), con la que se identifica la responsabilidad de la Universidad de intervenir directamente en la satisfacción de las necesidades de la sociedad.

Hay consensos en el sentido de que la Universidad debe asumir su transformación a una verdadera institución de educación permanente, dedicada a atender a los estudiantes para la vida en un mundo global de muchas incertidumbres y complejidades -pero a la vez con muchas oportunidades- con frecuentes cambios ocupacionales, de trabajos y de condiciones laborales, sujetos a movilidad mundial y a necesidades de adaptación a diferentes culturas, a organizaciones mundiales muy fluidas, a más probabilidades de autoempleo y a mayores responsabilidades por la vida familiar y social.

Las consideraciones precedentes inciden de manera determinante sobre la formación de ingenieros. Antes de desarrollar tales incidencias, se expondrán consideraciones sobre la satisfacción de las demandas sociales en el ámbito nacional.

Demandas sociales a la educación superior

Expresa Ferguson (Alex Ferguson Laguna, Relevamiento de experiencias de reformas universitarias en Venezuela. Informe final. Julio, 2003. Proyecto IESALC-UNESCO) que lo primero que es necesario reafirmar al preguntarse sobre el papel de la universidad venezolana y latinoamericana en estos tiempos de cambio, es que ha sido un poderoso instrumento dinamizador del

desarrollo. Pero señala también que el modelo que permitió y propició la incorporación a la educación superior de amplias capas de todos los estratos económicos -y de la mujer-, que contribuyó enormemente a la movilidad social y al desarrollo de la democracia se agotó, y sus instituciones entraron en un acelerado proceso de estancamiento. Observa que la cuestión está en encontrar un camino que sea efectivo para impulsar el desarrollo, fundamentar culturalmente el cambio y promover el avance social, en el contexto del nuevo orden social y económico.

En torno a la educación, desde el Informe Delors a la UNESCO, (Jacques Delors, Educación: La utopía necesaria. UNESCO, 1996), en la literatura se encuentran consideraciones que plantean la responsabilidad de la Universidad en la preparación del ser humano para desempeñarse en un nuevo orden social y económico cambiante. Se expresa que tal responsabilidad requiere un planteamiento educativo identificado con las siguientes exigencias:

Enfoque en aquéllos a quienes sirve (atención a los estudiantes).

- Mayor asequibilidad a la educación superior, mediante la provisión de oportunidades según los recursos y posibilidades de los ciudadanos.
- Educación durante toda la vida, es decir educación permanente (un continuo conformado por educación de pregrado, de postgrado, desarrollo profesional, entrenamiento en el trabajo y formación continua), integrada por actividades de educación formal y no formal.
- Educación presencial, a distancia y mixta, apoyadas en tecnologías de información y comunicación, adaptadas a la manera de aprender contemporánea.
- Educación superior como sistema conformado por diversidad de alternativas y de flexibilidad, con posibilidades de transferencia de estudiantes (movilidad) entre ellas.

La educación superior es un bien público y un derecho humano (Declaración de la Conferencia Regional de la Educación Superior en América Latina y el Caribe, CRES 2008; Declaración del Núcleo de Vicerrectores

Académicos del CNU: Principios y Conceptos sobre Calidad e Innovación en Educación Superior. VIII Reunión Nacional de Currículo y III Congreso Internacional de Calidad e Innovación en la Educación Superior, 2010) que se cumple en la medida en que quienes tengan la actitud para proseguir estudios superiores, dispongan de una oportunidad, en función de sus aptitudes y conocimientos, que satisfaga sus aspiraciones.

Tal derecho impone a la Universidad la búsqueda de soluciones educativas para corregir las fallas de la educación media durante el proceso formativo universitario, y asegurar que quienes se incorporen al mercado de trabajo, cumplan con los requisitos que la sociedad espera. Pero implica, a la vez, una visión de la educación superior, fundada en nuevos paradigmas que derivan de su contextualización en el concepto de "educación permanente" y en la conformación de la educación superior como sistema. En esencia, plantea la búsqueda de soluciones basándolas en la flexibilidad de las ofertas, en la movilidad de los estudiantes y en el recorrido formativo, en vez de la fijación de condiciones de calidad de los aspirantes al acceso a la educación superior, o la accesibilidad abierta sin modificación del modelo tradicional.

La educación permanente proporciona una perspectiva distinta sobre cómo atender las grandes demandas por lograr educación. Lidera una visión más moderna de la educación y constituye una respuesta a la existencia del nuevo orden social y económico mundial. Plantea que la educación se prolonga durante toda la vida útil de una persona y asume al individuo como el principio fundamental de atención, a diferencia de la educación como se conoce, la tradicional, caracterizada por su preocupación por lo que se enseña (conocimientos transmitidos), quién lo enseña (docente dotado de conocimientos) y cómo se enseña (proceso de enseñanza por igual a todos los integrantes de un grupo en un mismo espacio y en un mismo momento). La educación permanente plantea que el ser humano aprenda a aprender para estar preparado para aprender durante toda la vida.

El reto de proporcionar soluciones para el acceso a la educación superior, propone una visión como sistema

en red, constituido por variados programas educativos formales (carreras conducentes a títulos) y no formales (programas conducentes a certificaciones y diplomas), con diferentes duraciones y objetivos, posibilidades de transferencia de estudiantes (movilidad) entre las alternativas educativas, mediante el reconocimiento de componentes educativos aprobados; la formación con enfoque en competencias y la entrega de educación mediante modalidades adaptables a las restricciones de los estudiantes (presenciales, a distancia, mixtas).

En cuanto a los objetivos formativos, la universidad venezolana debe asumir la responsabilidad de formar graduados preparados para contribuir a la conformación de un modelo de desarrollo del país, basado en los esfuerzos, capacidades y talentos de quienes vivimos en Venezuela, lo que implica modificar la orientación en la preparación de graduados únicamente, únicamente para satisfacer las demandas ocupacionales generadas por un sistema económico, social y cultural sostenido por la renta petrolera.

La misión de educar de la universidad venezolana debe ser dinamizadora del rescate del papel de la educación superior, como factor de movilidad social y de creación de bienestar y prosperidad. Este objetivo plantea a la universidad venezolana la formación de graduados emprendedores, esto es, graduados dotados no sólo de conocimientos, sino de actitudes y competencias para innovar, para crear nuevos productos y servicios que conduzcan a la conformación de empresas generadoras de empleo y desarrollo.

Visión europea de la educación

Se contemplan en esta sección temas acerca de la formación de ingenieros, debatidos en el mundo profesional y académico foráneo, extraídos de la literatura especializada, transferibles al ámbito venezolano.

La conformación del espacio europeo de educación superior, EEES, derivado del denominado Proceso Bologna, 1999, acordado por los países firmantes de la Unión Europea, proporciona elementos relevantes acerca de los nuevos enfoques de la formación de ingenieros. Tal proceso tiene como objetivo, modernizar la educación superior en los países integrantes de la Unión

Europea, para elevar la competitividad de la región en el contexto del nuevo orden social y económico mundial, y a la vez lograr la homologación de los títulos entre los países firmantes, en procura de la movilidad profesional.

La conformación del EEES tiene los siguientes componentes relevantes:

- La organización de los estudios superiores en un esquema de cuatro años de pregrado y un año de postgrado (maestría), o bien de tres años y dos años respectivamente.
- La aceptación de la homologación de los títulos en función del reconocimiento de los resultados del proceso formativo, en vez del método tradicional de acreditación de conocimientos.
- La organización curricular de los componentes educativos valorados en créditos transferibles (European Credit Transfer System, ECTS).
- La contextualización de la educación superior en los conceptos de educación permanente.

La aceptación consensuada de fijación de la duración de los estudios universitarios, traduce uno de los cambios de paradigmas más importantes, puesto que significa que la formación del ser humano no está vinculada con un lapso de escolaridad (la mayoría de los países debieron reducirlos), ya que no finaliza al término de los estudios, puesto que se prolonga por toda la vida. Esta nueva concepción determina, por consiguiente, que la formación de pregrado debe ser la necesaria para que el estudiante obtenga la preparación para seguir educándose durante toda la vida (educación permanente).

La homologación de los títulos en función de los resultados, evidencia otro de los cambios de paradigmas con mayor significación en la educación superior. Expresa que el aprendizaje logrado tiene mayor preeminencia que el proceso mediante el cual se logra. Esto es, lo relevante es el resultado de la formación obtenida; no el proceso mediante el cual se obtuvo la formación. Lo que esto significa es la aceptación de que el ser humano aprende por diferentes medios y que la formación universitaria debe estar centrada en el aprendizaje por parte de quien aprende, en vez de la enseñanza mediante la transmisión de los conocimientos que el profesor posee.

Predominio del aprendizaje sobre la enseñanza

La valoración de la formación obtenida mediante los resultados logrados, en vez de referirla al proceso formativo, refuerza el predominio del aprendizaje sobre la enseñanza, abre la formación universitaria a la formación a distancia mediada por las tecnologías de información y comunicación, lo que también redefine la fijación de la duración de los estudios, que pasa a ser una responsabilidad a cargo del estudiante, según sean sus condicionamientos, aptitudes y prioridades, en vez de constituir una variable de diseño. La educación superior mediada por las tecnologías de información y comunicación es esencial entonces, en la solución del acceso como derecho humano y en posibilitar la educación permanente.

Por otra parte la valoración de los componentes educativos en créditos -European Credit Transfer System, ECTS- refuerza los conceptos de movilidad de estudiantes entre los sistemas de educación superior integrantes del EEES (los ECTS valoran el esfuerzo total del estudiante destinado al aprendizaje: clases, seminarios, talleres, laboratorios, trabajos individuales, evaluaciones y estudio). Al respecto cabe observar que el criterio de movilidad se considera esencial en la solución del acceso a la educación superior en Venezuela.

La valoración de los resultados de la formación como criterios de homologación de la formación lograda, determina que éstos constituyan las bases del diseño curricular de los planes de estudio, y que a este tema se le dediquen esfuerzos de investigación educativa en distintos países.

Los aportes encontrados en la literatura aplicables a la formación de ingenieros, abren amplias posibilidades para modernizar las carreras de ingeniería en Venezuela, pues las experiencias externas, las buenas prácticas y la evaluación de los resultados obtenidos, proporcionan un favorable campo de experimentación educativa.

A estos temas se dedica la parte final de este documento.

Formación del ingeniero basada en competencias

La literatura refiere la evaluación de los planes de estudio de ingeniería por agencias de acreditación (Accreditation Board of Engineering and Technology, ABET, en Estados Unidos; Engineering Benchmarking Statement, Quality Assurance Agency, QAA, en Inglaterra) las cuales determinan la intervención externa a las universidades, como insumo en la acreditación de los planes de estudio de ingeniería.

En general, los criterios de evaluación enfatizan en los siguientes aspectos:

- La determinación de los resultados requeridos para asegurar el alcance de los objetivos.
- La determinación de cómo el aprendizaje logra el alcance de los objetivos.
- La determinación de cómo se miden los resultados.
- El establecimiento de indicadores de resultados en el recorrido del proceso para el alcance de los objetivos.
- La organización del recorrido educativo.
- La valoración de resultados según el alcance de los objetivos

La acreditación no establece el cumplimiento de parámetros de calidad, tales como duración de los estudios, relación estudiantes a profesores, relación de profesores a dedicación completa respecto del total de profesores, número de estudiantes por sección o componentes educativos requeridos en los planes de estudio de ingenieros. Esto es así porque la contrastación contra parámetros establecidos, promueve la igualación curricular e impide la innovación y la experimentación.

La determinación de cuáles resultados reflejan apropiadamente los alcances de los objetivos, condujo a la Comisión Europea a la adopción de "competencia" como concepto representativo, su caracterización en competencias genéricas y específicas, y la definición de 30 competencias genéricas clasificadas en instrumentales, interpersonales y sistémicas, aplicables en común a todas las disciplinas y carreras. Las competencias específicas corresponden a cada disciplina o profesión.

La competencia aún es objeto de análisis y conceptualización, pero se la reconoce como el conjunto de atributos personales integrados por conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se manifiestan en el desempeño idóneo en un contexto específico.

La formación basada en competencias, tiene como aspecto favorable adicional para Venezuela, el planteamiento de formar graduados emprendedores, puesto que se enfatizaría el desarrollo de competencias vinculadas con el proceso de emprender (creatividad, innovación, agregación de valor de mercado a los productos de la formación profesional y creación de empresas).

Un modelo para la definición de los planes de estudio de ingeniería –y también para evaluarlos y reformarlos- transferible a Venezuela, lo constituye la Iniciativa CDIO (por las iniciales de concebir, diseñar, implantar y operar) desarrollado por una alianza de universidades suecas y el Massachusetts Institute of Technology, MIT, 2002.

El modelo, accesible en la red mediante la identificación CDIO Syllabus-A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education, establece doce indicadores que definen sus aspectos distintivos, los cuales sirven de orientación para las reformas de los programas educativos y para las evaluaciones, y además permiten comparaciones de logros en un plano internacional y proveen un esquema de trabajo para el mejoramiento permanente.

Estos doce indicadores comprenden: Aspectos contextuales, desarrollo curricular, experiencias de diseño-construcción y espacios de trabajo, nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje, desarrollo de personal docente, criterios de logros y de evaluación. El modelo ha sido adoptado y aplicado por universidades alrededor del mundo para efectuar reformas curriculares de los programas de ingeniería. En América Latina se tiene experiencia en la Universidad de Los Andes de Bogotá, Colombia, para la evaluación y reforma de la carrera de ingeniería de computación.

La Iniciativa CDIO comprende las siguientes etapas:

- Determinar mediante consultas con los grupos de interesados (stakeholders), las competencias que un ingeniero debe tener en las funciones de concebir, diseñar, implantar y operar (según los indicadores del modelo) aplicables a sistemas ingenieriles contextualizados en las condiciones del país.
- Definir los objetivos de aprendizajes a lograr intencionadamente.
- Formular el diseño de la malla curricular.

A manera de resumen

Se expone que la formación de ingenieros está sujeta a requerimientos derivados, por una parte, de la existencia del nuevo orden social y económico basado en conocimientos y en su transferibilidad, facilitada por las tecnologías de información y comunicación y, por otra parte, también está determinada por exigencias políticas y sociales internas, que reclaman el acceso a la educación superior de jóvenes y adultos en proporción creciente, que ven en la educación superior un medio de ascenso social y para el aseguramiento de la empleabilidad.

Se enfatiza que la formación de profesionales universitarios, pero particularmente la formación de ingenieros, está sujeta a nuevos paradigmas educativos que determinan la formación, en el contexto de la educación permanente, fundamentada en preparar para aprender y para emprender.

Se refieren planteamientos acerca de la modificación de la formación basada en conocimientos a la adopción del enfoque en competencia, criterio que sistematiza la homologación de títulos, la movilidad de estudiantes entre programas y la implantación de procesos, tanto de evaluación y reforma curricular como de acreditación.

Se refiere la aplicación de la Iniciativa CDIO (por concebir, diseñar, implementar y operar) en países de la Unión Europea como modelo transferible a Venezuela, para la evaluación y reforma de planes de estudio de ingeniería.