

Hacia un Nuevo Modelo desde las Competencias: la Ingeniería Industrial en el Perú

Martín Palma Lama

Universidad de Piura, Piura, Perú, martin.palma@udep.pe

Ignacio de Los Ríos Carmenado

Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, ignacio.delosrios@upm.es

Erick Miñán Ubillús

Universidad de Piura, Piura, Perú, erick.minan@udep.pe

Gloria Isabel Luy González

Universidad de Piura, Piura, Perú, gloria.luy@pregrado.udep.edu.pe

RESUMEN

En este artículo se analiza el discurrir de la Ingeniería Industrial en el Perú, las relaciones que mantiene con las grandes corrientes europeas y norteamericana, y la tendencia actual hacia el futuro. Establece la necesidad que en la formación de ingenieros se propicie el desarrollo de competencias que ya son requeridas por los empleadores y por el gran receptor del quehacer ingenieril, la sociedad. Además, se comparan las codificaciones de competencias del Proyecto Tuning con las definidas en el Plan de estudios de CDIO (Conceive, Desing, Implement and Operate systems in the enterprise and societal context) y las de IPMA (International Project Management Asociation) para definir la codificación de competencias genéricas más apropiada para la formación de ingenieros en Latinoamérica. Los resultados evidencian, primero, la necesidad de aplicar modelos holísticos que abarquen las competencias y, segundo, la pertinencia de estos modelos para la definición de programas de ingeniería industrial en el Perú.

Palabras Claves: Competencias genéricas, Proyecto Tuning, ingeniería industrial, modelo educativo

ABSTRACT

This article analyzes the discourse of industrial engineering in Peru, its relations with major European and American trends, and current trends into the future. Establishes the need for the formation of engineers favor the development of competences that are already required by employers and by the great engineering task receptor, society. In addition, we compare the codifications of Tuning Project competences to those defined in the CDIO Syllabus (Conceive, Desing, Implement and Operate systems in the enterprise and societal context) and IPMA (Internacional Management Association) to define the coding of generic competences most appropriate for the formation of engineers in Latin America. The results show, first, the need to apply holistic models that cover the skills and, second, the relevance of these models to the definition of industrial engineering programs in Peru.

Keywords: generic competences, Tuning, industrial engineering, education model

1. ANTECEDENTES DE LA ACCIÓN DE LA INGENIERÍA EN EL TIEMPO

La ingeniería es una profesión en la que el conocimiento de las ciencias básicas se aplica al uso eficaz de los materiales y las fuerzas de la naturaleza con el fin de atender las crecientes necesidades del ser humano. Su desarrollo ha estado vinculado a la mejora de la calidad de vida de los pueblos, ya que refleja como la humanidad ha adaptado el mundo a sus necesidades a partir de los logros técnicos que fue alcanzando.

Desde la baja edad media se desplegó una genuina revolución técnica en diferentes disciplinas, como la minería, el correo, la cartografía, el censo poblacional, los viales para desarrollo de carreteras, puentes, canales, esclusas y túneles. En el Renacimiento se desata la vida intelectual en Europa y dentro de ella la ingeniería y las ciencias (García, 2010). El profesor Lockard de la Universidad de Wisconsin, expresa: “La globalización echó por vez primera sus raíces entre los siglos XI y XVI...” (Lockard, 2010), en los que se iniciaron los grandes descubrimientos científicos y técnicos. Sin embargo hasta fines del siglo XVIII no existía la profesión de ingeniero como la conocemos hoy. Se construía intuitivamente, sobre la base de ensayo y error según la tradición heredada.

En Europa, con la DECLARACIÓN DE LA SORBONA de 25 de mayo de 1998 aparece por primera vez el concepto de Espacio Europeo de Educación Superior. En dicha declaración, se manifestó el deseo de crear una zona europea dedicada a la educación superior. Con posterioridad, a través de la DECLARACIÓN DE BOLONIA de 19 de junio de 1999, se delimitaron los pasos a seguir en este ambicioso proceso de convergencia. Luego, en el COMUNICADO DE PRAGA de 19 de mayo de 2001 se introdujeron algunas líneas adicionales: el aprendizaje a lo largo de la vida, la cohesión social, la igualdad de oportunidades y la calidad de vida; el rol activo de las Universidades, de las instituciones de educación superior y de los estudiantes en el desarrollo del proceso de convergencia, con sistemas de garantía de la calidad y de mecanismos de certificación y de acreditación (Canós et al, 2009).

Como consecuencia de la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior, actualmente estamos asistiendo a un cambio en la organización del mapa de las carreras en la Universidad europea. Uno de los estudios con mayor salida profesional, al estar la demanda de estos titulados en constante crecimiento, es la Ingeniería de Organización. También debemos aclarar que este ingeniero de organización es el Industrial Engineering en terminología americana) (Canós et al, 2009).

Los estudios de Ingeniero Industrial son básicos para el desarrollo económico de nuestra sociedad. La rama industrial se compone de cuatro ingenierías básicas: mecánica, eléctrica, química y de organización (Elsayed, 1999). En las cuales el ingeniero superior puede ser capaz de: innovar, trabajar en un contexto interdisciplinar, ejercer como generalista o especialista, adaptarse a las nuevas orientaciones y avances tecnológicos (Romero, 2003). Así un ingeniero de organización tiene una característica diferenciadora, y es que requiere una base matemática y estadística mucho más amplia y sólida que las otras ramas de la ingeniería (Canós et al, 2009).

En definitiva, los ingenieros de organización son necesarios en cualquier situación donde haya que utilizar recursos escasos de la manera más eficiente posible (Gallwey, 1992). En este entorno, una de las maneras de lograr cierta competitividad es dotar a la sociedad de ingenieros de organización que sean capaces de trabajar en entornos complejos e independientes, aprovechando las tecnologías actuales y canalizando la energía de las personas a su cargo (Markes, 2006).

Mientras que en EE.UU. el gobierno federal comenzó, en 1862, a apoyar la educación superior, dando un mayor impulso a la educación en ingeniería, haciendo posible un acercamiento más científico a problemas técnicos, con lo cual la profesión de ingeniería comenzó a diversificarse (NRC, 1985). Es así que la ingeniería industrial inicia como un área de la ingeniería mecánica, desarrollada para sistematizar aún más los procesos de fabricación. Sin embargo, la carrera de ingeniería industrial tradicional que hoy conocemos nace de los estudios de Taylor como "diseño de trabajo" y "método de estudio". Como el interés en la ingeniería industrial creció, otras áreas se han desarrollado y convirtiéndose en componentes principales en el campo de estudio en ingeniería industrial como por ejemplo: gestión de la tecnología, gestión de operaciones, gestión de calidad e ingeniería de gestión (Elsayed, 1999).

La ingeniería europea y norteamericana han recorrido caminos similares, y en el Perú la ingeniería industrial ingresó debido a las necesidades de mejora de diseño e implementación de los procesos. Esto motivó que las universidades implementaran la enseñanza de esta nueva rama de la ingeniería, siendo el tiempo el que formalizó y unificó el nombre de ingeniería industrial. En 1981 en el I Congreso Peruano de Ingeniería Industrial y Especialidades afines, se determinó el "Currículo Mínimo Exigible" para la formación profesional del Ingeniero Industrial en el país. Estos son currículos de 5 años, con sólido contenido de estadística e investigación de operaciones. También es sólido en la gestión y dirección de operaciones, y muestra una componente

administrativa, humanística y social. No deja de lado la formación en ciencias básicas, mecánica, electrotecnia y sistemas. En la actualidad la ingeniería industrial es una de las carreras más solicitadas.

La carrera de Ingeniero de Organización o Ingeniero Industrial es imprescindible para un país que se preocupe por mantener o relanzar la ventaja competitiva de sus empresas (Martínez et al., 2007).

2. TENDENCIAS ACTUALES Y ENFOQUE DE UNA INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA EL PERÚ

La visión del espacio europeo de educación superior lleva consigo pasar de una educación centrada en la enseñanza (en el profesor) a otra centrada en el aprendizaje (en el alumno). El analfabeto de siglo XXI no será quien no sepa leer y escribir sino quien no sea capaz de aprender, desaprender y reaprender (Zambrano et al., 2009).

Es claro que cada vez más ingenieros trabajan en servicios que en industria. Por lo que en el futuro, las carreras de ingeniería estarán más vinculadas a los servicios que a bienes manufacturados. Los educadores de ingeniería deben reconsiderar la forma de educar a los estudiantes para el cambio de los mercados de los futuros puestos de trabajo y conservar todos los atributos positivos que son apreciados en los graduados de ingeniería por el sector servicios, pero también deberían considerar la posibilidad de la desindustrialización como una oportunidad para enriquecer su oferta (Wei, 2005). Deben incluirse estrategias para infundir perspectivas globales en la práctica industrial y en los programas de ingeniería. Pueden darse las competencias técnicas y no técnicas con el balance adecuado, que junto con una exposición adecuada al mundo global, permitirá que la próxima generación de ingenieros esté bien preparada para enfrentar los retos del futuro (Jackson et al.; 2010).

De acuerdo a la historia de la ingeniería en Europa y Estados Unidos, podemos afirmar que hay lazos comunes con el desarrollo de la ingeniería en el Perú y por tanto se deben tener en cuenta sus tendencias para lograr perfilar una ingeniería industrial nacional, que responda a las exigencias modernas. Para ello es necesario dar identidad profesional a los alumnos, es decir, integrar los logros de aprendizaje en aula con los acontecimientos externos. Los estudiantes pueden participar de proyectos de aprendizaje en grupo y actividades como intercambios o pasantías, que son experiencias con atributos de integración de cursos, en un contexto profesional real (Eliot, Turns, 2011). Para Don Evans, de la Arizona State University, debe considerarse que la diversidad de los estudiantes: étnica, de género, racial, económica, y de discapacidad, se incrementará y debe ser estimulada (Shuman et al., 2002).

En un mundo global como el que les tocará vivir a los actuales alumnos de ingeniería, es conveniente que tengan experiencias en las que entiendan que un problema de ingeniería no tiene una única solución, sino más bien, muchos enfoques y perspectivas distintas, y todas con soluciones eficaces y creativas (Hansen, 2004). Los programas de ingeniería tienen que empezar a satisfacer la creciente demanda de técnicos graduados que pongan en juego sus competencias para resolver problemas que antes se pensaba de dominio de las artes liberales (Smith, Prados, 2000).

3. LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

El EEES propone una nueva metodología de enseñanza-aprendizaje e invita a la implantación de un modelo basado en el desarrollo de las competencias. La finalidad es dotar a los alumnos de unas competencias, conocimientos, habilidades y destrezas que sirvan tanto para la esfera académica como laboral. Entonces, el llamado Proceso de Bolonia se convierte en una gran oportunidad para mejorar la calidad de las universidades y la actividad docente (Sierra, Cabezuelo, 2009). Así, se convierte en una necesidad introducir en el currículo las competencias genéricas, que sirven para dar sentido cabal al desarrollo del propio currículo.

Pero hablar de competencia es usual y parece fácilmente aplicable, pues desde hace algún tiempo muchos lo hacen. Sin embargo, de entre todos estos enfoques, “el enfoque holístico define la competencia como el resultado de una mezcla de aspectos personales subyacentes, como son la comunicación, el auto desarrollo, la creatividad, el análisis y resolución de problemas, a las cuales se denomina meta competencias, que son las que permiten la

existencia de competencias cognitivas, funcionales, comportamientos y valores éticos que en su conjunto determinan la competencia profesional (Guerrero et al., 2008). Esto convierte al enfoque holístico en el más apropiado para la codificación de competencias para titulaciones en la educación superior, incluso en las ingenierías.

Los equipos cada vez son más exigidos y requerirán de competencias personales más desarrolladas. En este estilo de trabajo futuro se requiere que sean multidisciplinares y se sientan cómodos y capaces de utilizar la tecnología más avanzada para acceder a la información y comunicarse con otros. Será necesario que la educación en ingeniería proporcione a los estudiantes una conciencia y comprensión mucho más profunda del trabajo en equipo, que lo que nuestros actuales planes de estudios ofrecen (Shuman et al., 2002).

Muchas listas de habilidades necesarias o "atributos" han sido propuestas: por ejemplo, por la norteamericana Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET). Esta lista muestra las "competencias indispensables" para los ingenieros (Maffioli, Giuliano, 2003). En 1996, ABET aprobó los Engineering Criteria 2000 (ahora se conocen como los Criterios de ingeniería ABET) (Prados, 1997). Estos son un conjunto de once resultados que todo graduado de ingeniería debe poseer. Éstos se muestran en la Tabla 1 (ABET, 2009), y se pueden dividir en dos categorías: un conjunto de cinco habilidades "duras" y un segundo conjunto que llamamos "habilidades profesionales". En la tabla se muestran en cursiva, los cambios introducidos el 28 de octubre 2004. Las habilidades duras son a, b, c, e y k, mientras que las blandas o profesionales son d, f, g, h, i y j.

La nueva "industria" busca ingenieros con buena capacidad de análisis y con habilidades nuevas para la resolución de problemas. El ingeniero debe aprovechar estas nuevas oportunidades y la educación en ingeniería debe ser más integral. La educación técnica se ha basado en un modelo analítico (la ciencia). La enseñanza de la ingeniería del futuro debe ser más integradora (Smerdon, 2000).

En este contexto surge en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) el interés de contar con un cuerpo de competencias genéricas apropiado y planes de estudios que las desarrollen. La Propuesta CDIO (Conceive, Design, Implement and Operate) se basa en la certeza de que la tarea de la educación superior es formar estudiantes que lleguen a ser ingenieros modernos, capaces de participar y eventualmente liderar la concepción, diseño, implementación y operación de esos sistemas, productos, procesos y proyectos en los que desarrollan su actividad (Crawley et al., 2007). En la Tabla 2 se encuentran las competencias de primer y segundo nivel definidas por CDIO.

Se demuestra que la cobertura del syllabus CDIO, Tabla 2, con los puntos de ABET es fuerte, pero los de CDIO son más completos que los de ABET. Esa demostración se detalla en The CDIO Syllabus. A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education (Crawley, 2001) en la Tabla 3b. Para facilitar la comparación directa con ABET EC 2000, en la forma condensada de la propuesta CDIO de la Tabla 2 se han anotado con las letras [a] a [k] las de ABET, para mostrar los elementos de correlación más fuerte entre los dos documentos. La propuesta de CDIO es un referente importante para la definición de las competencias pertinentes para un programa de ingeniería en Latino América

La propuesta CDIO está bien alineada con los criterios de ABET y además tiene dos ventajas. La primera es que puede afirmarse que están más organizados racionalmente, porque están más explícitamente derivados de las funciones de la ingeniería moderna, lo que crea una mejor comprensión de por qué implementar un cambio. La segunda y principal ventaja es que contiene tres niveles más de detalle que el documento de ABET. Penetra en los detalles suficientes para que las frases que son muy generales, como "buenas habilidades de comunicación," adquieran un significado sustantivo (Crawley, 2001). La propuesta de CDIO es un referente importante para la definición de las competencias pertinentes para un programa de ingeniería en Latino América.

El desarrollo de competencias requiere de la participación activa y la interacción de los agentes del proceso de enseñanza y aprendizaje. El aprendizaje basado en proyectos tiene su fundamento científico en la generación de procesos en los que los estudiantes no son receptores pasivos de conocimiento. El ABP enseña conceptos a través de problemas reales, conecta la teoría con la práctica y crea una asociación en las mentes de los alumnos, que al egresar, les permite evocar mejor los conocimientos teóricos pertinentes cuando se enfrentan a problemas reales. Los educadores universitarios necesitan tomar este punto de vista e incrementar sus esfuerzos en mejorar las

habilidades de los estudiantes para las prácticas de gestión de proyectos que incluyan habilidades blandas, habilidades duras y conocimiento tácito y explícito. La gestión del proyecto comprende una amplia gama de funciones y responsabilidades y ello debe reflejarse en los programas educativos (Pant, Baroudi, 2008).

Tabla 1. Criterios para estudiantes que terminan.

(a) an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering
(b) an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data
(c) an ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability
(d) an ability to function on multidisciplinary teams
(e) an ability to identify, formulate, and solve engineering problems
(f) an understanding of professional and ethical responsibility
(g) an ability to communicate effectively
(h) the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context
(i) a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning
(j) a knowledge of contemporary issues
(k) an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.

Tabla 2. Objetivos de primer y segundo nivel del syllabus CDIO.

1 TECHNICAL KNOWLEDGE AND REASONING
1.1 Knowledge of underlying sciences. [a]
1.2 Core engineering fundamental knowledge. [a]
1.3 Advanced engineering fundamental knowledge. [k]
2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES
2.1 Engineering reasoning and problem solving [e]
2.2 Experimentation and knowledge discovery. [b]
2.3 System thinking
2.4 Personal skills and attitudes. [i]
2.5 Professional skills and attitudes. [f]
3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION
3.1 Teamwork. [d]
3.2 Communication. [g]
3.3 Communication in foreign languages
4 CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE AND SOCIETAL CONTEXT
4.1 External and societal context. [h], [j]
4.2 Enterprise and business context. [c]
4.3 Conceiving and engineering systems. [c]
4.4 Designing. [c]
4.5 Implementing. [c]
4.6 Operating. [c]

La International Project Management Association (IPMA) y la Asociación Española de Ingeniería de Proyectos (AEIPRO) a través del OCDP (Organismo Certificador de Dirección de Proyectos), han definido un conjunto de elementos de competencia para la dirección de proyectos con enfoque holístico, que lo hace idóneo para servir de base en la determinación una codificación de competencias requeridas para un egresado de ingeniería. Seleccionan las competencias en tres ámbitos: técnicas, de comportamiento y contextual (IPMA, 2009). En la Tabla 3 se muestran los elementos de competencia codificados por IPMA.

Dentro de la bibliografía revisada, uno de los trabajos más serios emprendidos en la definición de competencias genéricas para la formación de profesionales es el Proyecto Tuning, un trabajo de más de 175 universidades europeas que desde el año 2001 quieren consolidar la búsqueda de puntos de acuerdo para facilitar la comprensión de las estructuras educativas en pos de la creación del Espacio Europeo de Educación Superior. Tuning había sido una experiencia exclusiva de Europa hasta finales de 2004 en que surge el proyecto Tuning – América Latina en un contexto de intensa reflexión sobre educación superior, tanto a nivel regional como internacional. Tuning – América Latina es un trabajo conjunto que busca puntos comunes de referencia, centrados en las competencias. En una sociedad cambiante, donde las demandas tienden a hallarse en constante reformulación, esas competencias y destrezas genéricas son de gran importancia (Proyecto Tuning, 2007). Para la elaboración de las mismas, se tomó como punto de partida la lista de las 30 competencias genéricas identificadas en Europa, y se tomó la decisión de presentar un listado definitivo de 27 *competencias genéricas*. Se muestran en la Tabla 4.

Tabla 3. Elementos de competencia de IPMA

<i>1. Competencias técnicas</i>	<i>2. Competencias de comportamiento</i>	<i>3 Competencias contextuales</i>
1.01 Éxito en la dirección de proyectos.	2.01 Liderazgo	3.01 Orientación a proyectos
1.02 Partes interesadas	2.02 Compromiso y motivación	3.02 Orientación a programas
1.03 Requisitos y objetivos del proyecto.	2.03 Autocontrol	3.03 Orientación a carteras
1.04 Riesgo y oportunidad	2.04 Confianza en sí mismo	3.04 Implantación de proyectos, programas y carteras.
1.05 Calidad	2.05 Relajación	3.05 Organizaciones permanentes
1.06 Organización del proyecto	2.06 Actitud abierta	3.06 Negocio
1.07 Trabajo en equipo	2.07 Creatividad	3.07 Sistemas, productos y tecnología
1.08 Resolución de problemas	2.08 Orientación a resultados	3.08 Dirección de personal
1.09 Estructuras del proyecto	2.09 Eficiencia	3.09 Seguridad, higiene y medio ambiente.
1.10 Alcance y entregables	2.10 Consulta	3.10 Finanzas
1.11 Tiempo y fases del proyecto	2.11 Negociación	3.11 Legal
1.12 Recursos	2.12 Conflictos y crisis	
1.13 Costo y financiación.	2.13 Fiabilidad	
1.14 Aprovechamiento y contratos	2.14 Apreciación de valores	
1.15 Cambios	2.15 Ética	
1.16 Control e informes		
1.17 Documentación e información		
1.18 Comunicación		
1.19 Lanzamiento		
1.20 Cierre		

Tabla 4. Listado de competencias genéricas acordadas para América Latina

1) Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.	14) Capacidad creativa.
2) Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	15) Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
3) Capacidad para organizar y planificar el tiempo.	16) Capacidad para tomar decisiones.
4) Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.	17) Capacidad de trabajo en equipo.
5) Responsabilidad social y compromiso ciudadano.	18) Habilidades interpersonales.
6) Capacidad de comunicación oral y escrita.	19) Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.
7) Capacidad de comunicación en un segundo idioma.	20) Compromiso con la preservación del medio ambiente.
8) Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.	21) Compromiso con su medio socio-cultural.
9) Capacidad de investigación.	22) Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.
10) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.	23) Habilidad para trabajar en contextos internacionales.
11) Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.	24) Habilidad para trabajar en forma autónoma.
12) Capacidad crítica y autocrítica.	25) Capacidad para formular y gestionar proyectos.
13) Capacidad para actuar en nuevas situaciones.	26) Compromiso ético.
	27) Compromiso con la calidad.

Con la revisión del contexto hecha hasta aquí y las codificaciones de competencias anteriormente definidas, se procederá a realizar comparaciones para tratar de determinar la mejor codificación de competencias para la enseñanza de ingeniería en América Latina. Como hemos dicho las competencias desarrolladas de CDIO ya contienen a aquellas resumidas de ABET. Si logramos contar con un grupo holístico de competencias que contuviera a CDIO y que estuviera basado en la gestión de proyectos, que es la estrategia de enseñanza que

mejores resultados ha dado, tendríamos un conjunto de competencias genéricas sólido para la enseñanza de la ingeniería.

4. COMPARACIÓN TUNING – AMÉRICA LATINA CON CDIO e IPMA

Tenemos dos codificaciones importantes, CDIO e IPMA, ambas se compararon con Tuning América Latina para decidir cuál de ellas es más útil para cubrir la necesidad de contar con ingenieros que respondan a tener sólidos conocimientos de técnicas, respeto por el entorno social y empresarial, y habilidades en el comportamiento con las organizaciones y personas involucradas. El resultado de la comparación entre Tuning AL y CDIO se muestra en la Tabla 5. En ella se observa como las competencias de CDIO se encuentran reflejadas en las competencias genéricas de Tuning AL.

Tabla 5. Comparación de las competencias genéricas de Tuning - América Latina y los elementos de competencia CDIO.

La letra x indica correspondencia entre los elementos relacionados.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1 TECHNICAL KNOWLEDGE AND REASONING																												
1.1 Knowledge of underlying sciences.			X																									
1.2 Core engineering fundamental knowledge.			X																									
1.3 Advanced engineering fundamental knowledge.			X																									
2 PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTITUDES																												
2.1 Engineering reasoning and problem solving	X															X	X											
2.2 Experimentation and knowledge discovery.	X								X	X																		
2.3 System thinking																X												
2.4 Personal skills and attitudes.	X	X							X	X	X	X	X			X	X							X				
2.5 Professional skills and attitudes.		X		X				X	X												X							X
3 INTERPERSONAL SKILLS: TEAMWORK AND COMMUNICATION																												
3.1 Teamwork.					X								X	X	X	X	X		X			X	X	X				
3.2 Communication.					X	X																	X					
3.3 Communication in foreign languages					X																							
4 CONCEIVING, DESIGNING, IMPLEMENTING, AND OPERATING SYSTEMS IN THE ENTERPRISE AND SOCIETAL CONTEXT																												
4.1 External and societal context.				X																X	X		X					
4.2 Enterprise and business context.																X						X					X	
4.3 Conceiving and engineering systems.								X											X							X		
4.4 Designing.			X								X	X							X									
4.5 Implementing.								X																				X
4.6 Operating.																												X

Se observa que el punto 3. “Capacidad de organizar y planificar el tiempo” de las competencias genéricas de Tuning no es tratado con exactitud en los elementos de competencia de primer y segundo nivel de CDIO. Pero si observamos los elementos de tercer y cuarto nivel, se podría decir que se desarrolla esta competencia 3 de Tuning. Sin embargo Tuning lo define mejor y con claridad como una competencia genérica importante y no como un detalle de dicha competencia.

También se ve que existen dos competencias genéricas de Tuning no son tratados claramente por CDIO: 24. “Habilidad para trabajar en forma autónoma”. Podría atribuírsele al elemento 2.4. “Habilidades y actitudes interpersonales” de CDIO pero no se expresa con claridad ya que es más generalizado.

Consideramos que Tuning AL define un elenco de competencias apropiado para servir como base de diseño de los planes de estudio de un programa de ingeniería, pues aquella competencia que tiene CDIO adicionalmente, ya está contemplada en la mayoría de universidades latinoamericanas como una condición de egreso. Lo que necesitamos es saber si esta codificación de Tuning AL podrá responder a los requerimientos de Ingeniería Industrial en Latinoamérica.

Con la codificación de los elementos de competencias de IPMA, seleccionada como aplicable para la formación de ingenieros, y las de Tuning para cualquier titulación de América Latina, podemos realizar una comparación y determinar si las primeras son aplicables para la formación de ingenieros en Latino América y si están incluidas en las segundas. En la Tabla 6 se muestran los resultados de la comparación. Por lo tanto, se concluye que en las competencias genéricas definidas por Tuning para la educación superior de América Latina se incorporan indudablemente todos los elementos de competencia definidos por IPMA para la Dirección de proyectos. La competencia 7 de Tuning de dominar un segundo idioma no se indica expresamente en IPMA y tendrá que ponerse énfasis en el elemento de competencia 1.18. Por lo que las competencias Tuning son más completas en ese ámbito.

Tabla 6. Comparación entre competencias genéricas de Tuning – América latina y los elementos de competencia de IPMA.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.
1. Technical competences																											
1.01 Project management success.									X								X									X	
1.02 Interested parties																						X					
1.03 Project requirements, objects	X		X																						X		
1.04 Risk & opportunity								X																X			
1.05 Quality																											X
1.06 Project organisation																X											
1.07 Teamwork																	X										
1.08 Problem resolution										X				X													
1.09 Project structures	X																								X		
1.10 Scope & deliverables	X																										
1.11 Time & project phases			X																								
1.12 Resources				X																							
1.13 Cost & finance.																									X		
1.14 Procurement & contract	X																										
1.15 Changes										X	X		X														
1.16 Control & reports																											
1.17 Information, documentation						X																					
1.18 Communication						X	X																				
1.19 Start-up																	X										
1.20 Close-out																	X										
2. Behavioural competences																											
2.01 Leadership																		X									
2.02 Commitment and motivation																	X	X									
2.03 Self-control																									X		
2.04 Assertiveness																X							X	X			
2.05 Relaxation																											
2.06 Openness												X						X					X				
2.07 Creativity										X				X													
2.08 Results orientation	X																										
2.09 Eficiencia																											
2.10 Consultation								X																			
2.11 Negotiation											X	X						X									
2.12 Conflie and crisis											X							X									
2.13 Reliability																		X						X			
2.14 Values appreciation						X												X					X	X			
2.15 Ethics																		X									X
3.Contextual competences																											
3.01 Project oriented																										X	
3.02 Programmed orientation																										X	
3.03 Portfolio orientation																										X	
3.04 Project progr. portf. implem.																										X	
3.05 Permanent organisation				X																		X	X				
3.06 Business																											
3.07 Systems, products technology			X				X			X																	
3.08 Personnel management																		X									
3.09 Health, secur, safety, envirom					X																X	X					
3.10 Finances																	X								X		
3.11 Legal																									X		

CONCLUSIONES

Con los resultados alcanzados en este trabajo, puede afirmarse que la codificación de competencias Tuning-AL pueden emplearse para la formación de competencias de los estudiantes de ingeniería de América Latina. Entonces, son aplicables para el caso de Perú, en donde hoy en día es un reto no solo diseñar un currículo potenciador de competencias profesionales sino también el desarrollo de competencias genéricas y específicas en su interrelación en el proceso de formación profesional.

Para la carrera de Ingeniería Industrial en el Perú es necesario partir de las competencias genéricas establecidas por el Proyecto Tuning AL para diseñar y complementar un modelo educativo cuyo currículo esté basado en ellas y que propicie el desarrollo de las habilidades, conocimientos y actitudes de los estudiantes de pregrado que la sociedad espera.

Un modelo educativo universitario es una representación de la realidad, en este caso de los principales sistemas y subsistemas que intervienen en el proceso de formación de profesionales en las universidades. La necesidad de definir un modelo educativo en la universidad es tal, que constituye un indicador importante para determinar la calidad educativa que se ofrece.

Por lo tanto, para la Ingeniería Industrial en el Perú, desarrollaremos un modelo educativo universitario basado en competencias cuyo objetivo general es integrar al estudiante en un contexto de aprendizaje situado en campos reales relacionados con la práctica del rol profesional a desempeñar. Con ello se trata de posibilitarle la adquisición de los conocimientos, información, habilidades y competencias necesarias para el ejercicio profesional en un determinado ámbito del mercado laboral. El modelo educativo a desarrollar tendrá la siguiente estructura curricular: Objetivos generales de la carrera, Definición del profesional o graduado, Perfil del Egresado, Plan de estudios y malla curricular.

Como fase preliminar al desarrollo de los elementos del modelo educativo a proponer para el caso de Ingeniería Industrial en el Perú, el perfil del egresado deberá contener elementos fundamentales de conocimientos, habilidades y destrezas profesionales, competencias generales y específicas, y sobre todo de actitudes y valores.

REFERENCIAS

- ABET (2009). *2010-2011 Criteria for Accrediting Engineering Programs*. Engineering Accreditation Commission. Effective for evaluations during the 2010-2011 accreditation cycle. See http://www.abet.org/forms.shtml#For_Engineering_Programs_Only
- Canós, Lourdes ; García, José; García, Julio; Marin, ; (2009). *Competencias profesionales y perfil del Ingeniero de Organización ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Actas del Congreso. IV Congreso Cibersociedad, 2009. See <http://www.cibersociedad.net/congres2009/es/coms/eixos/>
- Crawley, Edward F.. (2001). *The CDIO Syllabus. A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education*. <http://www.cdio.org>
- Crawley, E. F; Malmqvist, J.; Östlund, S.; Brodeur, D. (2007). *Rethinking engineering education: the CDIO approach*. (2007) Springer Science.
- Eliot, Matt; Turns, Jennifer. (2011). *Constructing Professional Portfolios: Sense-Making and Professional Identity Development for Engineering Undergraduates*. Journal of Engineering Education. October 2011, Vol. 100, No. 4, pp. 630–654
- Elsayed, E.A., (1999), *Industrial Engineering Education: A Prospective*. European Journal of Engineering Education, volumen 24, N° 4 , pp. 415-421.
- Gallwey, T. J. (1992). *Europe needs Industrial Engineering degrees in order to enhance its competitiveness*. European Journal of Engineering Education. 17(1): pp. 51-57.
- García Borrajero, N.H, (2010). *Breve cronología del conocimiento científico-técnico desde la antigüedad hasta la ingeniería industrial*. Contribuciones a las Ciencias Sociales, octubre 2010. www.eumed.net/rev/cccss/10/
- Guerrero, Dante, De los Ríos, Ignacio, Díaz-Puente, J.M. (2008). *Las competencias profesionales: marco conceptual y modelos internacionales*. 2008.
- Hansen, Joergen. (2004). *International Engineering Students in Cross-cultural, Interdisciplinary Teams*. International Conference on Engineering Education and Research "Progress Through Partnership". Ostrava, pp 523 – 527.

- IPMA (International Project Management Association). (2009). *Nacional Competence Baseline. V3.0, Revisión 3.1*. Asociación Española de Ingeniería de Proyectos. Valencia (2009). AEIPRO.
- Jackson, H.; Tarhini, K.; Zapalska, A.; Zelmanowitz, S. (2010). *Strategies to Infuse Global Perspectives and Industrial Collaboration in Engineering Education*. 40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. October 2010 Washington, DC
- Lockard, Craig A. (2010). *The Sea Common to All: Maritime Frontiers, Port Cities, and Chinese Traders in the Southeast Asian Age of Commerce, ca. 1400-1750*. Journal of World History, Jun 2010, Vol. 21 Issue 2, pp. 219-247.
- Maffioli, Francesco; Augusto, Giuliano. 2003. *Tuning engineering education into the European higher education orchestra*. European Journal of the Engineering Education. (pp 251, 273)
- Markes, I. (2006). *A review of literatura on employability skills needs in engineering*. European Journal of Engineering Education. 31(6): pp 637-650.
- Martinez, C.; Calvet P., D.; Pons, O.; Tura, M.; (2007). *Inserción laboral de las titulaciones de la subárea de tecnologías avanzadas de producción*. International conference on Industrial engineering and Industrial Management". II International Conference on Industrial Engineering and industrial management. XII Congreso de Ingeniería de Organización. Burgos, pp 985-992
- NRC (1985). National Research Council. *Engineering Education and Practice in the United States*. National Academy Press. Washington DC.
- Pant, Ira; Baroudi, Bassam. (2008). *Project management education: The human skills imperative*. International Journal of Project Management 26 (2008) 124–128. Science Direct.
- Prados, J.W., (1997). *The Editor's Page: Engineering Criteria 2000—A Change Agent for Engineering Education*. Journal of Engineering Education, Vol. 86, No. 4.
- Proyecto Tuning (2007). *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Informe Final – Proyecto Tuning – América Latina. 2004-2007 <http://tuning.unideusto.org/tuningal>.
- Romero, F. (2003). *El perfil del ingeniero industrial generalista en el nuevo espacio europeo*. Jornada: El Ingeniero Superior Industrial en el Nuevo Espacio Europeo. Universitat Jaume I. Mayo 2003. http://www.cinei.uji.es/estud_perfil/docs/Jornada16mayo/Presentacion%20F.Romero.pdf
- Shuman, Larry; Atman, Cynthia; Eschembach, Elizabeth; Evans, Don; Felder, Richard; Imbrie, P. K.; McGourty, Jack; Miller, Ronald; Richards, Larry; Smith, Karl; Soulsbi, Eric; Waller, Alisha and Yokomoto, Charles. *The future of engineering education*. (Nov. 2002). 32° ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. pp T4A-1 – T4A-15
- Sierra, Javier; Cabezuelo, Francisco. (2009). *Post periodismo y formación en competencias digitales bajo el paraguas de Bolonia*. I Congreso Internacional de la Sociedad Latina de Comunicación Social. Universidad de La Laguna.
- Smerdon, E., (2000). *An Action Agenda for Engineering Curriculum Innovation*. 11th IEEE-USA Biennial Careers Conference, San Jose, Cal., Nov. 2 and 3, 2000. See, <http://www.ieeeusa.org/careercon/proceeding/esmerdon.pdf>.
- Smith, K.A.; Prados, JW. (2000). *Academic Bookshelf*. Journal of Engineering Education, v. 89, 4, October, 2000.
- Wei, James. (2005). *Engineering education for a post-industrial world*. Technology in Society. Elsevier Ltd. Vol. 27 pp. 123–132.
- Zambrano, J.; Velázquez, Rodrigo; Sáenz Fabiola. (2009). *Tendencias de la educación en ingeniería*. Avances investigación en ingeniería. Revista del Centro de Investigaciones. Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre.

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito