

Encuentro Internacional
de Educación en Ingeniería **ACOFI**

Una formación de calidad
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias
15 al 18 de Septiembre de 2015

LA GESTIÓN POR COMPETENCIAS UN SUEÑO O UNA REALIDAD EN LA INGENIERÍA

Ricardo Llamosa Villalba, Darío José Delgado

**Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

Este artículo compara la consistencia entre las capacidades de formación por competencias ofrecidas por la Educación Superior y las requeridas por el entorno, para proponer alternativas de mejora en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Las alternativas propuestas se sustentan en modelos de cuerpos de conocimiento, en los que, se visualizan ciclos de vida organizados por áreas, procesos y prácticas de conocimiento para conseguir productos y servicios de ingeniería que sean útiles tanto para la academia como para el ambiente de trabajo, en la que los docentes, en conjunto con estudiantes y practicantes del entorno utilizan competencias de razonamiento, comportamiento, comunicación, intercomunicación y conocimiento, identificando, analizando, caracterizando y resolviendo problemas en procura de crear valor en las instituciones educativas y el medio. El documento describe también, los logros de los autores de este documento, respecto al modelado de madurez de capacidades de gestión por competencias y el conocimiento conseguido de las experiencias desarrolladas en instituciones de educación superior y el entorno, que sustenta mejoras estratégicas en los ciclos de vida de los procesos de ingeniería, al crearse productos y servicios, en ambientes de desempeño eficientes y eficaces.

Palabras clave: capacidades; competencias; ingeniería

Abstract

This article compares the consistent between training formation capabilities by competencies by the Higher Education and required for the environment, to propose alternatives for improving the teaching-learning processes. Alternative proposals are based on models of bodies of knowledge in viewing life cycles organized by areas, processes and practices of knowledge in which products and engineering services useful are achieved, both for the academy as for the work environment, on which the

teachers, together with students and environmental practitioners use reasoning, behavior, communication, intercommunication and knowledge skills to identify, analyze, characterize and troubleshoot in pursuit of creating value for educational institutions and environment. The document also describes the achievements of the authors of this document regarding the capability maturity modeling skills management and got knowledge of experiences in institutions of higher education and the environment, which supports strategic improvements in cycle life of engineering processes, to create goods and services in efficient and effective performance environments.

Keywords: *capacities; competences; engineering*

1. Introducción

Este artículo se fundamenta en los trabajos de investigación, desarrollo y transferencia de conocimiento (Llamosa-Villalba et al (2000), Bueno A. et al (2014), Delgado D. J. et al (2014), Llamosa-Villalba R. et al (2014), Llamosa-Villalba R. et al (2015), Paez A. M. Q., et al (2015)) ejecutados por el Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software y de Sistemas -CIDLIS²- en torno al modelado y gestión de sistemas complejos bajo la filosofía de Sistemas de Sistemas, particularmente, el integrar y adaptar los modelos de competencias y capacidades de los marcos de trabajo de CMMI, ITSQC, ITIL, PMBOK, PMCDF, SWBOK, SEBOK, BABOK, SPICE, ISO (12207-20000-15504 ...) (APPA (2015) y los libros blancos de Educación Superior (EEES (2015), ANECA (2015)) establecidos en Estados Unidos, Europa y América Latina, con el fin de crear estrategias de apoyo en la regulación de los procesos de acreditación y certificación de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación por competencias, para conseguir coherencia en las capacidades de los egresados de los programas de Ingeniería de la Educación Superior y las necesidades de mejora, innovación y desempeño del entorno productivo y de servicios en Colombia.

El documento se divide en ocho secciones. La primera sección, Introducción, determina la introducción y la organización de este artículo.

La segunda parte, antecedentes, establece mediante la medición comparativa, la relación y el estado actual entre cuerpos y libros blancos de conocimiento y los modelos de enseñanza-aprendizaje por competencias, para realizar una declaración inicial de las oportunidades de mejora al ecosistema de educación superior respecto a los errores, defectos, deficiencias, ausencias y fallas en las capacidades requeridas por el entorno colombiano.

La tercera sección, Oferta y la Demanda de Formación por Competencias en Ingeniería, analiza la coherencia entre la oferta y la demanda de egresados y los requerimientos de los productos y servicios del entorno, comparando las capacidades de los proveedores (universidades) y de los clientes del sector productivo y de servicios para establecer y valorar las brechas de suficiencia y competencias en educación superior y sus resultados e impactos en los distintos ambientes sectoriales de ingeniería,

y por ende inducir el analizar oportunidades de mejora en la gestión académica y administración estratégica, táctica y operativa en los sectores interesados, y constituir casos de investigación, innovación y desarrollo, que cierren el ciclo de cooperación y de creación de valor entre las partes interesadas.

La cuarta parte, Realidades de la Formación por Competencias, analiza los programas educativos proponiendo cambios disciplinares en la enseñanza-aprendizaje por competencias a partir de las experiencias individuales y colectivas vividas por expertos provenientes de los distintos sectores comprometidos (reguladores, universidad, entes sectoriales, organizaciones gremiales, comunidad, clientes y usuarios) para conseguir consenso holístico multisectorial y así, crear modelos de madurez y cuerpos de conocimiento que permitan la colaboración y el intercambio de bienes y servicios en la búsqueda de un sistema integral que supere rivalidades y comparta capacidades.

La quinta sección, Propuesta de Formación por Competencias, presenta un estudio de caso adaptado al marco de competencias propuesto, en el que se reflexiona sobre su alcance, su utilidad y su impacto. La aplicación demuestra que el paradigma es adaptable a diferentes entornos.

La sexta parte, Conclusiones, Recomendaciones y Trabajo Futuro, explora las tendencias futuras que consideramos prometedoras para la investigación en el corto, mediano y largo plazo en los entornos de evaluación, acreditación y certificación por competencias en todos los campos del ecosistema de la Educación Superior y sus entidades impactadas.

Por último, la séptima parte, referencias, detalla las fuentes que sustentan el artículo.

2. Antecedentes

Las competencias en la educación superior y en el sector productivo tienen el mismo significado como se puede deducir del Proyecto Tuning (Villa A. et al (2013)) y NSPE (2013) (Figura 1). En sí, se relacionan con las habilidades, el comportamiento, el control y las actitudes de ser, saber y hacer, cuando se realizan tareas y aplican conocimientos, considerando al conocimiento, como un conjunto de principios, leyes, teorías, protocolos, instrumentos, técnicas, herramientas, roles, responsabilidades y buenas prácticas, que responden a un «¿por qué?», «¿qué?», «¿cómo?», «¿cuándo?», «¿dónde?», «¿cuánto?» y «¿quién(es)?».

2.1. Formación por competencias en educación superior

Considerando que las competencias asocian la combinación dinámica de conocimiento, comprensión y capacidades para el correcto desempeño, en el tiempo y en el lugar apropiados (Villa A. et al (2013)), la educación superior las trata bajo el enfoque constructivista cognitivo, psicosocial y sociocultural, en el que el individuo que aprende, se relaciona y trasciende ante situaciones de aprendizaje, partiendo de sus propias capacidades, sus conocimientos y sus experiencias para promover trabajo

cooperativo, enseñanza recíproca y experiencias en problemas reales, que le permiten construir significados, que lo conducen al comportamiento autónomo. En síntesis el enfoque de competencias en Educación Superior debería tener como tendencia un perfil de titulación sustentado en un ciclo de vida y un plan de estudios para desarrollarse profesionalmente.

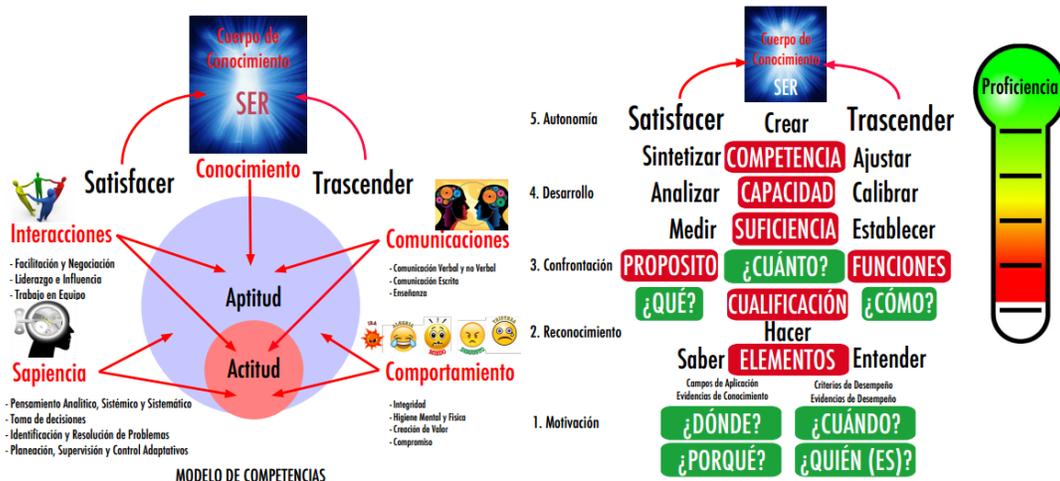


Figura No. 1. Visión de competencias y sistemas de evaluación

2.1.2. Formación por competencias en organizaciones profesionales

Las agremiaciones profesionales congregan recursos humanos en torno a cuerpo de conocimiento, llamados "libros blancos" en Educación Superior en algunos países, que frecuentemente, promueven el desarrollo de competencias personales y profesionales con las capacidades requeridas por su correcto desempeño profesional, por ejemplo, el "Institute of Electrical and Electronics Engineers" IEEE(2015), congrega profesionales de ingeniería eléctrica y electrónica, y es una comunidad mundial, reconocida por sus contribuciones al fomento de la excelencia en innovación y progreso tecnológico comunitario.

Hay también organizaciones que agrupan empresas como programas de formación como ACOFI, ASCUN, ACOPI, FEDESOF, etc., en Colombia, este tipo de agremiaciones promueven, también, la introducción de la gestión por competencias en lo laboral y en lo administrativo, como una estrategia de educar con orientación práctica, por una parte, y de otra, la posibilidad de una inserción natural y continua del individuo en la vida productiva.

2.1.3. Gestión por competencias profesionales y cuerpos de conocimiento

El considerar el significado de competencia como un medio para resolver problemas o alcanzar resultados, convierte al currículo en un medio de enseñanza integral en la Educación Superior, al mezclarse el problema con los conocimientos generales, los conocimientos profesionales y la experiencia en el trabajo, áreas que tradicionalmente estaban separadas en este contexto.

Así mismo, como las competencias de los profesionales deben desarrollarse conforme a necesidades de capacidad específicas que conducen a resolver problemas, a medio y largo plazo, en el que se comprometen roles, responsabilidades, actitudes, interacciones y comunicaciones, es pertinente el crear cuerpos de conocimiento o libros blancos, para dar una visión neutral para decidir sobre qué competencias potenciar. Tales son los casos de cuerpos de conocimiento de Gerencia de proyectos (PMBOK), Análisis de Negocios (BABOK), Ingeniería de Software (SWEBOK), Ingeniería de Sistemas (SEBOK), Arquitecturas Empresariales (AEBOK), entre otros.

2.1.4. Realidades y necesidades en la gestión por competencias en Ingeniería

Al comparar el paradigma de la gestión por competencias, y por ende, la perspectiva de cuerpos de conocimiento, se aprecian retos por considerar:

- Si bien, hay numerosa literatura sobre competencias, el rigor científico es insuficiente, hecho que conduce a tener programas recargados en competencias específicas, creándose sobrecostos y riesgos en la idoneidad requerida en los egresados universitarios, situación que obliga a que las asociaciones profesionales y el mismo mercado, promuevan y desarrollen estrategias de formación complementaria para tratar de proporcionar las competencias deseadas.
- El excesivo pragmatismo de las empresas y la fácil adaptación a sus exigencias por parte de la tercerización, que es más económica, reduce el impacto de la gestión por competencias, aún en los casos, en que es una distinción determinante de valor organizacional.
- Hay conciencia social, empresarial y académica para el cambio en la formación y al determinarse el qué y el cómo profesional, que motiva a las Universidades a modificar sus planes de estudios en coherencia con el entorno, con cuerpos de conocimiento o libros blancos (ANECA (2015)), que son guías de organización y desarrollo personal e institucional, a través de ciclos de vida acordes con el medio y sus roles, para proporcionar estrategias adecuadas para la selección, evaluación, orientación, formación y madurez de profesionales en campos de actuación, cultura, hábitos y comportamientos dentro o fuera de la empresa.

3. Oferta y la demanda de formación por competencias en ingeniería

La vinculación Educación Superior - mercado laboral es un tema de discusión permanente por la academia, el sector productivo y la comunidad. En concreto, es necesario responder: «¿por qué?», «¿qué?», «¿cómo?», «¿cuándo?», «¿dónde?», «¿cuánto?» y «¿quién(es)?» sobre las capacidades, suficiencias e interfaces requeridas, por y entre, los sectores comprometidos, que determinen un ideal de enseñanza-aprendizaje para los sistemas comprometidos, que en sí mismos, tienen serias diferencias estructurales, organizacionales, culturales y de orientación, situación que no permite dar respuesta categórica y consolidada a los requerimientos emergentes de la interacción de los programas académicos que deben proporcionar conocimiento y recursos humanos cualificados, adaptables y flexibles. Además, en los programas

académicos se piensa más en conocimiento que en competencias, concepto más amplio, difícil y costoso, en el que se combina, sistémica y sistemáticamente, conocimientos, capacidades, actitudes y desempeño.

La situación induce a cambiar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la universidad tradicional, sustentada más en la transmisión de conocimiento, que en la formación integral centrada en competencias y el cambio en los métodos de evaluación y en los roles administrativos, logísticos, docentes, investigadores y estudiantiles, si se quiere conseguir convergencia y permanencia con el mercado laboral, a través de emprendimientos adaptativos y evolutivos con metas claras de creación de valor, que afectan sin duda, todos los ámbitos de la Educación Superior.

También, importa tratar la transición del graduado, hacia y dentro del entorno. Las experiencias del egresado cuando busca empleo le plantean actividades de formación complementaria, condicionada por la oferta, la demanda, las cuestiones demográficas y de cultura, y, el desarrollo organizativo y tecnológico, que requieren el análisis de la dificultad que le supone, el desajuste entre el nivel formativo y el requerido por las capacidades de adaptación para el trabajo. La situación obliga, entonces, al seguimiento, para analizar los resultados e impacto de los modelos de formación de la etapa final del proceso educativo, para revisar y ajustar los objetivos y cómo de la transición.

4. Análisis de las realidades de la formación por competencias

Identificadas las brechas entre la educación superior y el entorno en la formación por competencias, nuestro análisis establece (Gracia M. (2007), Llamosa-Villalba R. et al (2015)) que:

- La universidad se ve vinculada con crisis, complejidad organizativa y gremialismo, situación que pone en duda su capacidad de transformación para dar respuesta oportuna a la demanda.
- Hay signos que impulsan el replantear la misión y las estrategias de la universidad para responder a la competitividad, la innovación y el posicionamiento como polo de atracción para generar cambios en la comunidad sin perder el equilibrio proporcionado por el saber.
- Las distintos significados de competencias están promoviendo planteamientos que exigen decisiones de refuerzo, replanteo y transformación de la enseñanza jerarquizada y fraccionada de los cursos, para establecerlos sincronizados, sistémicos e interconectados en contenido para que el estudiante aprenda, evolucione y se obligue a integrar significativamente conocimientos a través de ciclos de vida de desarrollo acorde con los quehaceres que le plantea el mercado laboral.
- Integrar directamente el aula de clase y el trabajo de campo y viceversa, es una necesidad para entender el proceso de transformación entre lo empírico y lo teórico desde la perspectiva organizacional (ontología), experimental (epistemología o estudios del conocimiento) y metodológica, para crear prácticas de valor añadido, eficientes y eficaces.

- Hay confusión de identidad docente y de investigación ante el cambio y la innovación metodológica de la enseñanza-aprendizaje-investigación, en la que los docentes en conjunto con sus estudiantes, deben realizar acciones de campo, procurando productos de conocimiento aprovechables al interior de las instituciones educativas y el entorno.
- Hay titulaciones que han implementado innovaciones o cambios en sus planes de estudios, que asumen esta oportunidad como una instancia de refuerzo en las decisiones tomadas, que implican evaluación, y consecuentemente, rectificación o validación de procesos.
- Hay incertidumbre y temor por desperdiciar el trabajo que se emprenda en la formación por competencias, por falta de políticas claras para que las "Implementaciones" del proceso promuevan la participación comprometida de los distintos niveles organizativos, los equipos de coordinación de titulaciones y los cuerpos docentes y discentes.
- La estructuración de procesos debe considerar las condiciones previas del profesorado, administrativos, infraestructura, estudiantes y transición. El profesorado y la administración destaca por su juventud y cualificación internacional, situación benéfica para la innovación. La infraestructura es apropiada y aceptable para el cambio y adaptación de nuevas tecnologías de formación por competencias. Los cursos son reducidos en alumnos y posibilitan el seguimiento y evaluación ajustada a las realidades de los aprendizajes.
- Es necesario el análisis comparativo permanente entre las instituciones y el entorno del servicio educativo, para establecer practicas actualizadas de formación de egresados, buscando que la transferencia de nuevo conocimiento sincronice lo enseñado con el quehacer profesional, y además, propicie un buen ambiente de trabajo para que los profesionales egresados se comporten como individuos maduros y autónomos para el hoy y el futuro de la ingeniería.
- Como síntesis del análisis desarrollado, es necesario caracterizar, formalizar y equiparar rigurosamente los sistemas de medición tradicionales sustentados en créditos académicos y los sistemas de medición por competencias como medio control y enlace entre los dos sistemas. Este hecho induce, el crear cuerpos de conocimiento o libro guía, que como marcos de trabajo permitan interpretar y actuar holísticamente, el cómo para colaborar, cooperar, compartir, movilizar y permitir el trabajo docente y discente en el ámbito académico y del entorno.

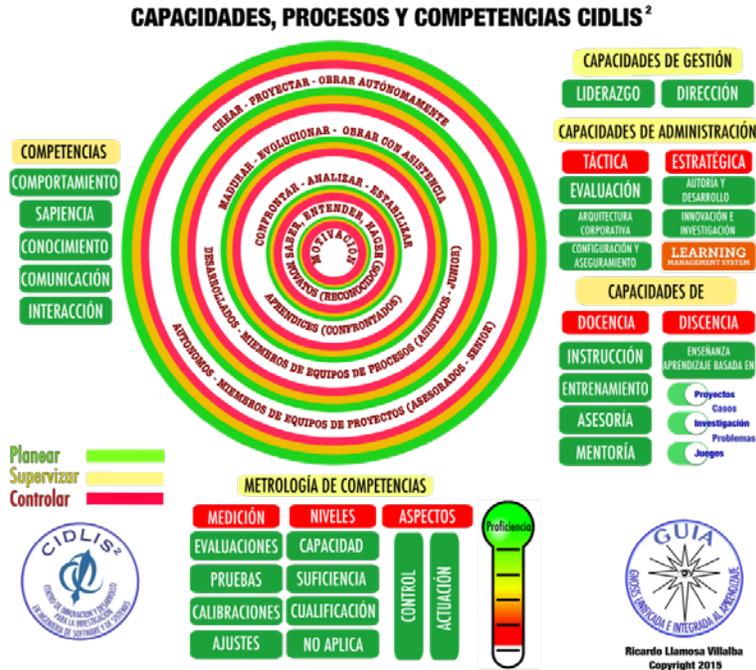


Figura No. 2. Propuesta de Solución de formación por competencias, capacidades y procesos

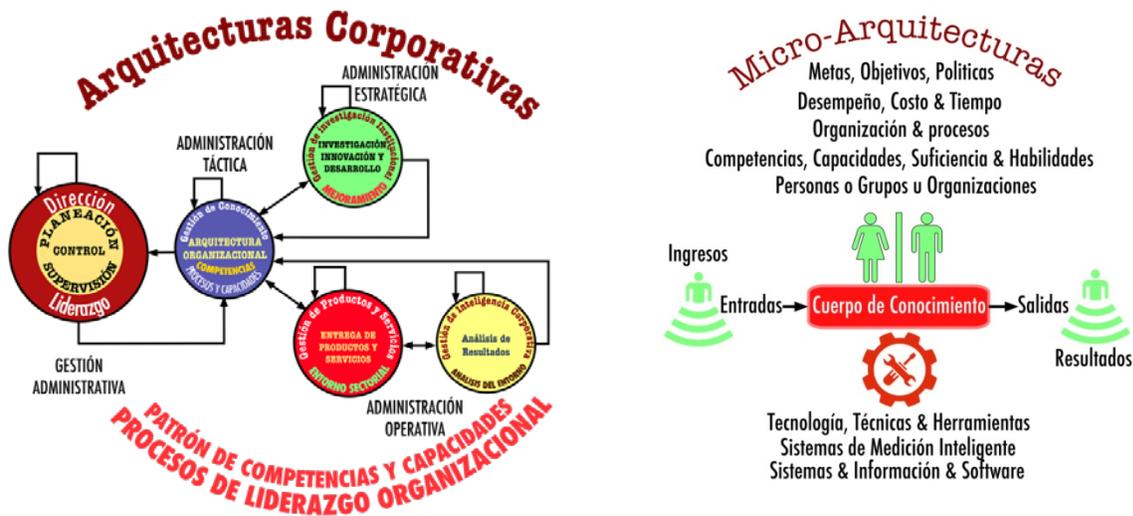


Figura No. 3. Alto nivel del modelo de formación por competencias y Micro currículos

5. Propuesta de formación por competencias en ingeniería: cuerpos de conocimiento

Nuestra propuesta de formación por competencias (Figura No. 2) se sustenta en acciones interactivas y evolutivas ágiles en tres ámbitos: identificación, metrología y capacidades, aplicables a través de ciclos de vida, que estén sustentados en cuerpos de conocimiento que cubran acciones preliminares, iniciales, intermedias, de liberación y de retrospectiva, en dónde se definan actividades de instrucción por competencias sustentadas en casos y proyectos que permiten desarrollar evidencias y hallazgos para evaluar niveles de madurez de capacidad en pensamiento (sabiduría),

conocimiento, comunicación, interacción y comportamiento, a nivel de individuos y organizaciones, correlacionado los ambientes educativos y las prácticas empresariales, para valorar capacidades de gestión, administración estratégica y táctica, y actividades de innovación, mejora e investigación en docencia y disciplina (Figura No. 2).

Destaca que los cuerpos de conocimiento cubren aspectos de regulación y áreas y unidades de conocimiento, áreas de proceso, prácticas, criterios de desempeño, conocimientos esenciales, técnicas y herramientas, roles, entradas y productos de trabajo, todo ello organizado en niveles que cubren del alto al bajo nivel, siguiendo el patrón de la Figura No. 3. El modelado y construcción de los cuerpos de conocimiento deben consensuarse por los expertos de cada una de los ambientes comprometidos; estado, entorno y entidades de Educación Superior, quienes deben decidir sobre los modelos de ciclo de vida y sus contenidos. El modelo ha sido experimentando e integrado en tres cursos de ingeniería: Gestión de Proyectos, Análisis de negocios y Estadística para ingenieros. La perspectiva justifica proyectos a partir del análisis de necesidad y conveniencia sobre estudios estadísticos.

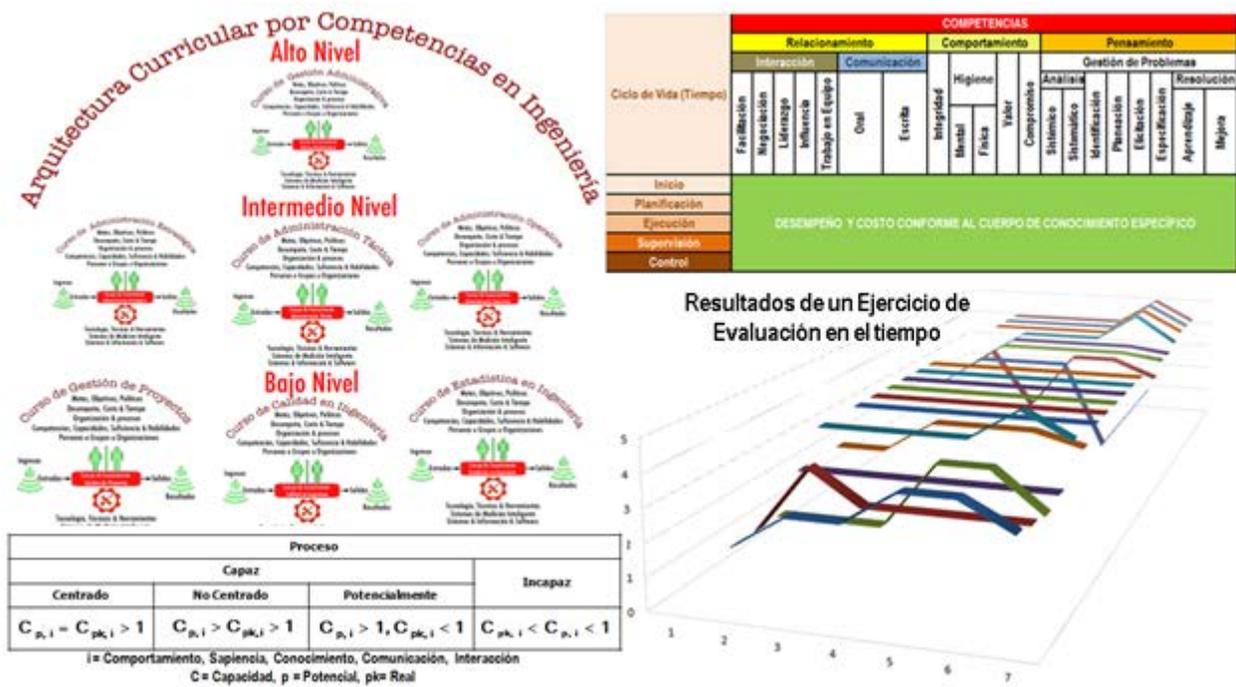


Figura No. 4. Gestión y Control en los cuerpos de conocimiento en prueba piloto

La visión del cuerpo de conocimiento (Figura No. 4) dispone de áreas de conocimiento de alto nivel, (gestión administrativa y administración táctica, estratégica y operativa), que se descomponen en componentes (nivel intermedio) y estos componentes, a su vez, se desagregan en los elementos que están asociados a las prácticas didácticas y de formación por competencias propias del entorno cultural del programa (bajo nivel). Así, cada curso se aprecia en tres niveles que pueden integrarse recíproca e integralmente con otros cuerpos de conocimiento a través de interfaces de integración que se asocian por roles para permitir el desempeño interactivo entre

cursos, docentes, alumnos y practicantes, de diferentes niveles, según convenga. Esta perspectiva de instrucción sustentada en conocimiento y competencias es controlada a través de índices de capacidad que se asocian a la interpretación de los roles por cada uno de los participantes e interesados (Figura 4).

6. Conclusiones

Las lecciones aprendidas del ejercicio desarrollado han impactado nuestro trabajo docente y discente al comprender claramente el significado de cuerpos de conocimiento como modelo de competencias integradoras universidad-entorno y los mecanismos para modelar y evaluar procesos, productos e impactos, hecho que ha conducido a un aprendizaje colaborativo integral para resolver los problemas de necesidad y capacidad en la gestión por competencias de los programas de formación de ingeniería. El trabajo futuro se extenderá a un piloto aplicado a un programa completo en el que se pretende construir cuerpos de conocimiento y modelos de evaluación.

Expresamos agradecimiento a los profesores, alumnos y facilitadores de los cursos de: Ingeniería de Calidad, Gestión de Proyectos y Estadística y Probabilidad para Ingenieros de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicación y del Centro de Tecnología de la Información y las Comunicaciones (CENTIC) de la Universidad Industrial de Santander, que han contribuido efectivamente al logro de los resultados.

8. Referencias

- ANECA (2015). -Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación - Libros Blancos. Consultado el 7 de junio de 2015. <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otros-documentos-de-interes/Libros-Blancos>.
- APPA (2015). Association of Physical Plant Administrators - Body of knowledge. Consultado junio 7 de junio de 2015 en <http://www.appa.org/bok/>
- Bueno A. et al (2014). Executable Architecture based on System Dynamics: An Integrated Methodology Composed by Standard System Dynamics Modelling and DoDAF Operational View Models. *Complex Adaptive Systems*: pp. 87-92
- Delgado D. J. et al (2014). Develop an Executable Architecture for a System of Systems: A Teaching Management Model. *Complex Adaptive Systems 2014*: pp. 80-86.
- EEES (2015). Espacio Europeo de Educación Superior. Estructuras educativas europeas: El proyecto TUNING, Consultado junio 7 de 2015 en <http://www.eees.es/es/eees-estructuras-educativas-europeas>.
- IEEE (2015). "Institute of Electrical and Electronics Engineers". Consultado junio 7 de 2015 en http://www.ieee.org/about/vision_mission.html
- Gracia M. (2007). Realidad y perspectivas de la formación por competencias en la Universidad, Consulta del 7 de junio de 2015 en: <http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/8999/TREBALL%20DE%20RECERCA.pdf?sequence=1>

- Llamosa-Villalba R. et al (2000). Tecnología informática para la gestión administrativa y académica de instituciones educativas. Informe Final COLCIENCIAS, CIDLIS2, UIS.
- Llamosa-Villalba R. et al (2014). Organizational Leadership Process for University Education. 11th. International Conference on Cognition and Exploratory Learning de la International Association for Development of the Information Society, Porto, Portugal. CIDLIS2-UIS
- Llamosa-Villalba R. et al (2015). Colombian Higher Education Enterprise Architecture. Frontiers in Education 2015. CIDLIS2-UIS
- National Society of Professional Engineers NSPE(2013). Engineering Body of Knowledge. USA.
- Paez A. M. Q., et al (2015). Integral Architecture for Organizational Systems - ARQUETIPOS-. 4th International Conference on Software and Information Engineering. DUBAI.
- Poblete, M. (2004): Las Competencias: un enfoque paradigmático de la Gestión de los RR.HH. II Simposio de Psicología Organizacional, Monterrey, México.
- Poblete, M. (2007). Evaluación de competencias en la educación superior. Preguntas clave sobre evaluación de competencias, tentativas de respuesta. III Jornadas Universitarias de Innovación y Calidad "Buenas Prácticas Académicas". Bilbao.
- Villa A. et al (2013). Un modelo de evaluación de Innovación Social Universitaria Responsable. Tuning América Latina.

Sobre los autores

- **Ricardo Llamosa Villalba.** e-mail: nrlamos@gmail.com. Doctor Ing. de Telecomunicación, Máster en Informática. Ingeniero de Sistemas. Profesor Titular Laureado UIS. Director Grupo de CIDLIS2.
- **Darío José Delgado.** e-mail: dario.jos@gmail.com. Master en Informática, Doctor (c) en Ingeniería, Ingeniero de Sistemas. Miembro líder del Grupo de CIDLIS².

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)