

COMPETENCIAS DE LOS EGRESADOS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y EL EJERCICIO PROFESIONAL EN MATERIA DE GOBIERNO DE TI

COMPETENCES OF THE GRADUATES OF THE PROGRAM OF ENGINEERING OF THE SYSTEMS AND THE PROFESSIONAL EXERCISE IN THE MATTER OF GOVERNMENT OF IT

Esp. Dilene Amaya Lázaro ¹, PhD. Torcorma Velásquez Pérez²
PhD. Hugo Castro Silva ³

¹ Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Facultad de Ingenierías,
Acolsure, Vía Algodonal, Ocaña, Norte de Santander, Colombia.
E-mail: damayal@ufpso.edu.co.

² Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Facultad de Ingenierías, Grupo de
Investigación Gityd.
Acolsure, Vía Algodonal, Ocaña, Norte de Santander, Colombia.
E-mail: tvelasquezp@ufpso.edu.co.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Investigación
Observatorio.
Sogamoso, Boyaca, Colombia.
E-mail: hugocastro.silva@uptc.edu.co..

Resumen: Este artículo presenta el resultado de develar la brecha entre el ejercicio profesional como CIO y las competencias en Gobierno TI de los egresados del programa de ingeniería de sistemas, con el fin de establecer la pertinencia teórico – operativo de los currículos académicos. Para tal fin, se analizan las competencias que deben poseer los CIO planteadas en los marcos Gobierno de TI, para posteriormente, describir los elementos de Gobierno de TI en el currículo de los programas de ingeniería de sistemas ofertados por las universidades del Departamento Norte de Santander con el fin de determinar qué tan preparados están los egresados de áreas de TI frente al gobierno TI. En el contexto académico y profesional los resultados de esta propuesta contribuirán a ampliar la literatura existente en la materia, así como servir de insumo para la elaboración de planes y programas por parte del MINTIC..

Palabras clave: Gobierno de TI, Competencias, CIO, Currículo, Ingeniería de Sistemas..

Abstract: This article presents the result of unveiling the gap between professional practice as a CIO and IT governance competencies of graduates of the systems engineering program, in order to establish the theoretical - operational relevance of academic curricula. To this end, we analyze the competencies that CIOs must have in the IT Governance frameworks, to later describe the elements of IT Governance in the curriculum of the systems engineering programs offered by the universities of the Norte de Santander Department in order to determine how well prepared graduates of IT areas are against IT governance. In the academic and professional context, the results of this proposal will contribute to expand the existing literature on the subject, as well as serve as an input for the development of plans and programs by the Ministry of Education.

Keywords: IT Government, Competencies, CIO, Curriculum, Systems engineer

1. INTRODUCCIÓN

Desde su aparición en los años 60, las TI (Tecnologías de la Información) se convirtieron en uno de los ejes principales en todas las disciplinas y en especial en las organizaciones (Mangalaraj, Singh, & Taneja, 2014); Sin embargo, la gerencia de TI en las empresas es una disciplina reciente (Lozano, 2015) y el crecimiento de su uso ha generado la creación de procesos específicos a los que se les denomina Gobierno de TI (ISACA, 2017). Los responsables de éste Gobierno son los gerentes, directores o jefes de TIC / SI, conocidos como CIO (Chief Information Officer) en la literatura Estadounidense, término adoptado por MINTIC en Colombia, que define a los CIO como los líderes de la gestión estratégica de TI (MINTIC, 2017). El CIO es un rol fundamental para el Gobierno de TI, de hecho es su principal líder (Kappelman, 2017). En ese sentido, un problema vigente en el contexto de los CIO y el Gobierno de TI es la brecha entre la formación de profesionales y las necesidades de las organizaciones (Stevens, Totaro, & Zhu, 2015). Esta brecha depende mucho del contexto específico de cada país, región, organización y Universidad y, además, puede variar en el tiempo. Así mismo, no se puede comparar un contexto geográfico con otro, por ejemplo, hay diferencias entre contexto latinoamericano y el europeo (Konsky, Miller, & Jones, 2016). En el contexto colombiano, esta brecha es una realidad documentada por los líderes de sector gobierno (Gallardo, Desde la óptica de Maria Isabel Mejia, 2014) y agremiaciones de profesionales (ACIS, 2015); (L Tangarife et al., 2017).

Se identifican como principales referentes para analizar esta brecha, las recomendaciones curriculares de ACM (Association for Computing Machinery), IEEE (Institute for Electrical and Electronic Engineers) y AIS (Association for Information Systems). De acuerdo a estos referentes, existe conciencia internacional de la necesidad de establecer un modelo académico que conduzca a la formación de profesionales con los perfiles demandados y con las competencias profesionales requeridas por la sociedad (ACM, 2017) (IEEE, 2017) (AIS, 2017). En la universidad de Massachusetts – Amherst EE.UU se han realizado estudios que identifican y abordan cuestiones clave relacionadas con la revisión del currículum de programas de grado en sistemas de información en el cual las partes interesadas son un elemento clave para generar un impacto positivo y una mejora continua en el currículum (Bentley, y

otros, 2014). En las escuelas de negocios acreditadas por AACSB en el noreste de los EE. UU se realizó un estudio que tiene como fin examinar las brechas de habilidades de TI desde tres perspectivas: usuarios finales, académicos y empleadores de TI (Kim, Jeffrey, & Me, 2006). Así mismo, en la Universidad Católica de Cuenca, Sede Azogues de Ecuador se realizó una investigación de tipo descriptiva, donde se destacan aspectos relevantes de mejora continua en los planes de estudio y mallas curriculares (Tapia & Castro, 2015). Por otra parte, en México se realizó una investigación en el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán (ITST) Con el fin de demostrar las compatibilidades en la formación y las necesidades del mercado laboral que consistió en un estudio con egresados para validar la coherencia entre el sistema educativo y el sistema productivo (Ramírez & García, 2016); (J Plaza, M Núñez, 2017).

En el caso específico de Colombia, el Ministerio de TIC ha liderado iniciativas como CIO Summit para el sector público, pero también se ha vinculado el sector privado (MINTIC, 2013), Adicionalmente la ACIS (Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas), como agremiación de profesionales, procura innovar y formar un Gobierno de TI a sus afiliados, dedicó dos de sus ediciones de su revista Sistemas a tratar la evolución del gobierno de TI en Colombia desde varias perspectivas y el rol del CIO como el líder de la era digital. En dicha revista participaron docentes e investigadores de cuatro universidades, quienes se pronunciaron sobre los aspectos y nuevos roles que enfrentan las nuevas generaciones de profesionales en ingeniería de sistemas (ACIS, 2015); (O Suarez et al, 2018). Por lo tanto, permanentemente se requiere evaluar la brecha entre el currículum y las necesidades de su contexto, teniendo en cuenta que, según la normatividad aplicable, es necesario que se revise el grado de actualización, la pertinencia y la utilidad del currículum de los programas (CNA, 2013).

2. ESTADO DEL ARTE

En Norteamérica, desde hace algunos años se ha venido estudiando con mayor intensidad a los egresados de diversas formas. En Estados Unidos entre 1980 y 2003 se han desarrollado aproximadamente 130 artículos sobre el análisis de seguimiento a egresados para tal efecto, los logros socioeconómicos hacen referencia al 70%, y las aptitudes adquiridas e interés de apoyar a la

institución en la Universidad al 15%. (Citado en Rincon Ascanio, T. I. B. I. S. A. Y., & Rojas Pabon, M. A. (2017). Por otra parte, México también ha abordado dicho estudio, que han declarado como una práctica de validación y retroalimentación de los programas con el ánimo de fortalecer los cambios institucionales; (EJ Santiago, JS Allende, 2017).

Financiada por Europa en 1997, la iniciativa de 12 países Europeos, entre ellos participaron Alemania, Austria, España, Finlandia, Francia, Holanda, Italia, Noruega, Reino Unido, República Checa, Suecia y Japón, única nación no europea evaluada, donde se suministra información comparativa referente a la empleabilidad de los egresados y la relación entre universidad-trabajo. (Navarro, Pedraja, & Rivera, 2006). Se han llevado a cabo muchas investigaciones sobre el tema; es así como los investigadores han identificado la necesidad de reevaluar continuamente estas habilidades y el currículo debido a la naturaleza cambiante de la tecnología de la información. (Stevens, Totaro, & Zhu, *Assessing it Critical Skills and revising the mis curriculum*, 2011). Los currículos de los sistemas de información (SI) a lo largo de muchos años han sido objeto de debate y discusión en cuanto a su planificación, diseño e implementación, sin embargo, existen argumentos sobre si existen brechas de habilidades entre lo que se enseña en los currículos de IS, y lo que realmente se necesita en la industria (Kim, Jeffrey, & Me, 2006). Por otra parte, en la literatura académica se puede evidenciar que existe una brecha entre el CIO y los gerentes de las organizaciones la cual puede explicarse por varios factores, como el fracaso de la TI en la entrega de valor, la escasa comprensión de TI por parte de los ejecutivos de negocios, malas habilidades de relación de los CIO entre otros; estos factores obstaculizan la alineación de TI con las metas de la organización (Krotov, 2015). Partiendo de este fenómeno es pertinente estudiar el desempeño del CIO en el contexto laboral del Gobierno TI. En este mismo sentido ingenieros columnistas en revistas del país explican que hay una diferencia entre las habilidades que surgen de la academia y las necesidades de la industria TI. (Gallardo, 2014); (J Pérez, J Castro, 2018).

El proyecto Tuning en América Latina es un espacio desarrollado en más de 15 países cuyo objetivo identificar y atender las necesidades del sector productivo, de la economía, de la sociedad en su conjunto, y de las necesidades de cada alumno dentro de un área particular de estudio y mediada por los contextos sociales y culturales específicos. El proyecto Tuning realiza un

recorrido por la educación superior en los países del área informática, los tipos de carreras, la formación, aspectos centrales del meta perfil, las competencias, el meta perfil del área informática y la contrastación del mismo con los países, los escenarios del futuro para el área de informática y por ultimo propone estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación de competencias. El Meta-perfil del Área Informática del proyecto Tuning América Latina es resultado del trabajo colaborativo, también se visualizan beneficios en los procesos de actualización curricular, donde los resultados logrados en el Área podrán servir como referentes importantes. (Proyecto Tuning América Latina, 2013);(T Velásquez, E Espinel & G Guerrero, 2016).

En Colombia se han efectuado estrategias que implican la efectividad de un sistema educativo de forma que los programas académicos estén articulados de acuerdo a las exigencias que presenta el sector del empleo; se enmarca el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), sistema de información que permite hacer un seguimiento a los egresados de diferentes universidades y que ofrece al sector productivo información acerca de cuál es la oferta de graduados, en qué áreas se formaron, las regiones e Instituciones de Educación Superior en las que estudiaron y los salarios de enganche, entre otros datos (OLE, 2018; (L Fernández, L Mesa & W Pérez, 2017).

En la universidad del Rosario se realizó una investigación acerca del rol y las competencias del CIO, esta se efectuó tomando como referencia la información suministrada por los directivos de tecnologías de Información de las organizaciones Alpina, Banco de Bogotá y Grupo AVAL, el trabajo de investigación hace una descripción del contenido del rol de CIO e identifica las habilidades para el ejercicio de este rol en dichas organizaciones, también se pretendía identificar, con base en la literatura sobre el rol del CIO y su habilidades, y de la información obtenida a partir de entrevistas a los altos ejecutivos de tecnología de información en qué consiste el rol del CIO en estas organizaciones y cuáles son las habilidades con las que cuentan y que les han permitido desempeñarse como tales; los resultados de este estudio generaron un valioso aporte como retroalimentación para la academia y las empresas acerca de la formación de los futuros CIO. (Perez, 2015); en este estudio se concluyó que puede existir diferencias en la apreciación del rol del CIO dependiendo de la actividad económica que desarrolle la empresa.

En el caso específico de Colombia, el Ministerio de TIC ha liderado iniciativas como CIO Summit para el sector público, pero también se ha vinculado el sector privado (MINTIC, 2013), Adicionalmente la ACIS (Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas), como agremiación de profesionales, procura innovar y formar un Gobierno de TI a sus afiliados, en este sentido dedico dos de sus ediciones de la revista sistemas a tratar la evolución del gobierno de TI en Colombia desde varias perspectivas y el rol del CIO como el líder de la era digital donde participan docentes e investigadores de cuatro universidades y se pronuncian sobre los aspectos y nuevos roles que enfrentan las nuevas generaciones de profesionales en ingeniería de sistemas. (ACIS, 2015) (ACIS, 2015). Se evidencia que el tema del CIO respecto al Gobierno de TI ha cobrado una especial relevancia en los últimos años abordando el tema de la formación de los profesionales de las tecnologías de la información. A nivel local se desarrolló un trabajo de grado cuyo objetivo fue analizar el impacto de los egresados y estudiantes de prácticas y pasantías del programa de ingeniería de sistemas de la UFPSO busca dar solución por medio de un estudio a la problemática presente como lo es la ausencia de información analizada que actualmente existe en el plan de estudios, relacionado con sus estudiantes y egresados de forma que permitirá identificar la caracterización del perfil ocupacional de cada uno de ellos y el rol que se encuentran desempeñando en el mercado laboral actual. (Rincon & Rojas, 2016).

3. RESULTADOS

Aproximación Conceptual de Competencia: Es un conjunto identificable y evaluable de conocimientos, habilidades, valores y actitudes relacionadas entre sí que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, según estándares utilizados en el área ocupacional. Existen varios modelos de clasificación de las competencias. Por ejemplo, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia ha definido la siguiente: **Competencias básicas.** Aquellas que deben estar desde la formación más temprana y evolucionar a lo largo de la vida; son el soporte al desarrollo de las demás. **Competencias ciudadanas.** Son aquellas que debe tener una persona para actuar constructivamente en una sociedad democrática. Promueven la convivencia, el respeto y la promoción de los derechos humanos. **Competencias laborales.** Las cuales se dividen en

generales, que son comunes a cualquier sector del mundo del trabajo (son intelectuales, personales, interpersonales, organizacionales, tecnológicas y de emprendimiento); específicas, para oficios determinados bajo estándares dados y profesionales, que corresponden a los graduados en una rama específica y por lo tanto están enfocadas a un desempeño calificado. (Tirado, y otros, 2007). Para Bogoya (2000), la competencia es un “saber hacer en contexto” (p. 11), y para el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2000) es “(...) un conjunto de conocimientos, enfoques, metodologías, actitudes, valores y creencias adquiridas que posibiliten las acciones pertinentes en un contexto de trabajo (...)” (p. 68).

Competencias de TI. En lo referente a estas competencias, Chen y Wu (2011) identifican tres dominios de habilidades y/o conocimientos: I. Dominio de habilidades y/o conocimientos en infraestructura de TI, que consiste en la capacidad de un CIO para configurar, implementar, aplicar y evaluar las tecnologías de información y comunicación emergentes y existentes, para construir una integrada y confiable infraestructura de TI. II. Dominio de habilidades y/o conocimientos en aplicaciones de negocio, que se refiere a la capacidad de un CIO para aplicar un conjunto integrado de componentes disponibles y confiables, servicios o funciones de infraestructura de TI, para el logro de todos los objetivos de negocio, lo cual involucra soportar las aplicaciones existentes y las nuevas iniciativas, conectando diferentes unidades funcionales de negocio en una cadena de valor, y enlazando a los proveedores, clientes y aliados estratégicos en una compleja red de suministro. III. Dominio de habilidades y/o conocimientos en integración de TI-Negocio, representa la capacidad del CIO para identificar de qué manera y por cuales caminos las diversas soluciones de tecnología contribuyen en el mejoramiento del desempeño de la organización, para lo cual propicia la generación de las sinergias necesarias entre los sistemas y las tecnologías de información con el desempeño organizacional (Chen & Wu, 2011).

Competencias en Negocios. Chen y Wu (2011) deducen tres dominios de habilidades y/o conocimientos: I. Conocimiento en el dominio de negocios, que consiste en la capacidad que tiene el CIO para entender las conexiones entre TI y la organización, para entender a la organización holísticamente, con los ajustes que se presentan en toda ella al introducir TI. II. El dominio de las habilidades interpersonales, el cual hace relación a

la capacidad del CIO para generar motivación en las personas, articular sus visiones y preferencias, comunicarse con los demás, manejar negociaciones, manejar conflictos y construir equipos, esta última considerada como una habilidad interpersonal crítica. III. El dominio de las habilidades y/o conocimientos en prácticas de gestión empresarial, que se refiere a la competencia de un CIO para actuar como líder en el tratamiento de la renovación organizacional y la gestión del riesgo Chen y Wu (2011).

Proyecto TUNING: El Proyecto *tuning educational structures in Europe*, que surge con 175 universidades europeas en 2001, ha sido replicado y ajustado para las necesidades de América Latina desde 2004, y para Colombia desde 2008, su propósito fundamental es el de “crear puntos de referencia, convergencia y entendimiento común” (tuning, 2011) en las estructuras educativas. Una de las definiciones de competencia académica propuesta es la de Pinilla (1999), quien plantea que es el “conjunto de capacidades que se desarrollan a través de un proceso de aprendizaje [(...) a través del cual se] conduce a la persona responsable a ser competente para realizar múltiples acciones (sociales, cognitivas, culturales, afectivas, laborales, productivas), [(...) con las que] proyecta y evidencia su capacidad de resolver un problema dado en un contexto específico y cambiante” (p. 4). Por su parte, Salas (1996) plantea que la competencia académica corresponde a la capacidad conceptual y de abstracción, producción y/o servicio, y especialización por áreas, y que se desarrolla a través de la educación formal. También es definida como la actuación eficaz en situaciones determinadas que se apoya en los conocimientos adquiridos y en otros recursos cognitivos (Condemarin & Medina, 2000). Schmelckes (1997), citado por Barrón (2000), caracteriza la competencia académica como “un complejo que implica y abarca, en cada caso, al menos cuatro componentes: información, conocimientos (en cuanto apropiación, procesamiento y aplicación de la información), habilidad y actitud o valor” (p. 31). A partir de lo anterior, se infiere entonces que la competencia implica una producción de repertorios de enseñanza y aprendizaje, no es innata, se puede desarrollar y formar, pero está mediada por aptitudes y rasgos personales (De la fuente, Justicia, Casanova & Trianes, 2003; Tobón, 2004).

Estrategia CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar-Operar). El CDIO es una estrategia de formación en Ingeniería, Hugo Ron, uno de los

creadores del CDIO, muestra que en la década de 1980 se hace necesario revisar ese sesgo y reivindicar la práctica y las aplicaciones. En 1995, la Boeing propone una lista de atributos para la formación en Ingeniería: “Conocimientos fundamentales en ciencia, conocimientos profundos en procesos de diseño y manufactura, perspectiva multidisciplinaria y sistémica, comprensión básica del contexto económico y habilidades de comunicación, estándares éticos, habilidades críticas y creativas, flexibilidad y trabajo en equipo”. Fundamentándose en estas nociones el Massachusetts Institute of Technology junto con tres universidades del norte de Europa Chalmers Institute of Technology, Linköping University y Royal Institute of Technology en el año 2000 crean el proyecto llamado iniciativa CDIO planteando que la ingeniería es concebir, diseñar, implementar y operar. (Hugo, CDIO, 2015).

Fundamentación del CDIO: Estándares y el Syllabus Estándares. En el año 2004, el CDIO adoptó 12 estándares para todos sus programas. Ellos constituyen una guía para todas las iniciativas que se lleven a cabo en todas las facultades de ingeniería de la red. Están referidos a: La filosofía del programa, el desarrollo del currículo, el diseño de los espacios de trabajo, los métodos de enseñanza y aprendizaje, el desarrollo docente y la evaluación; pero en diciembre del 2010 salió la versión 2 de los estándares, cuyas descripciones se describen a continuación: **Estándar 1:** Contexto “Un programa CDIO se basa en el principio de que el desarrollo y la utilización de productos, procesos y sistemas constituyen el contexto apropiado para la formación en ingeniería. Concebir-Diseñar-Implementar-Operar es un modelo del ciclo vital completo del producto, proceso o sistema. **Estándar 2:** Resultados de Aprendizaje “El conocimiento, las habilidades y las actitudes que se esperan como resultado de la formación en ingeniería –esto es, los resultados de aprendizaje– están codificados en el Syllabus CDIO. Estos resultados de aprendizaje detallan lo que los alumnos deberían saber y ser capaces de hacer al finalizar el programa de ingeniería. **Estándar 3: Currículo Integrado** “Un currículum integrado incluye experiencias de aprendizaje que conducen a la adquisición de habilidades personales e interpersonales y de habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas (Estándar 2), entrelazadas con el aprendizaje de los conocimientos de la disciplina y su aplicación en la ingeniería profesional.

Estándar 4: Introducción a la Ingeniería “El curso introductorio, que generalmente es uno de los primeros cursos obligatorios en los programas, proporciona el marco para la práctica de la ingeniería. Este marco es un esbozo, a grandes rasgos, de las tareas y responsabilidades de un ingeniero y del uso del conocimiento disciplinario en la ejecución de esas tareas. **Estándar 5: Experiencias de Diseño-Implementación** se refiere a una variedad de actividades de ingeniería que son clave para el proceso de desarrollo de nuevos productos y sistemas. Las experiencias de diseño implementación se consideran básicas o avanzadas de acuerdo a su alcance, complejidad y ubicación dentro de la secuencia del programa. **Estándar 6. Espacios de Trabajo**, el entorno físico de aprendizaje incluye espacios de aprendizaje tradicionales, por ejemplo, salas de clase, auditorios, salas de conferencia, salas de seminario, pero también talleres de ingeniería y laboratorios; haciendo hincapié en un aprendizaje práctico en el que los estudiantes se involucran directamente en su propio aprendizaje y faciliten instancias de aprendizaje social.

Estándar 7. Experiencias de Aprendizaje Integrado son enfoques pedagógicos que promueven, de manera simultánea, el aprendizaje de conocimientos disciplinarios, de habilidades personales e interpersonales y de habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas. Incorporan problemas de la ingeniería profesional a contextos donde coexisten con problemas disciplinarios. **Estándar 8. Aprendizaje Activo**, involucran a los estudiantes directamente en actividades de reflexión y de resolución de problemas. Se da menos relevancia a la transmisión pasiva de información y más a la participación de los alumnos en la manipulación, la aplicación, el análisis y la evaluación de ideas. **Estándar 9. Fortalecimiento de la Competencia de los Académicos**, los programas CDIO dan apoyo al cuerpo de académicos para mejorar la competencia de éstos en habilidades personales e interpersonales y en habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas, descritas en el Estándar 2.

Estándar 10. Fortalecimiento de la Competencia Docente de los Académicos, un programa CDIO proporciona apoyo a sus académicos para mejorar la competencia de éstos en experiencias de aprendizaje integrado (Estándar 7), en aprendizaje activo y experiencial (Estándar 8) y en evaluación del aprendizaje de los alumnos (Estándar 11). La naturaleza y el alcance de estas prácticas de desarrollo docente variarán de acuerdo a las

características de los programas y las instituciones. **Estándar 11. La Evaluación del Aprendizaje de los alumnos** es la medición del grado que cada alumno alcanza en los resultados de aprendizaje específicos. La evaluación efectiva del aprendizaje utiliza una variedad de métodos que se corresponden de manera adecuada con los resultados de aprendizaje que apuntan al conocimiento disciplinario y también a las habilidades personales, interpersonales y de construcción de productos, procesos y sistemas, tal como se describen en el Estándar 2. **Estándar 12: La Evaluación del Programa** “La evaluación del programa es un juicio de valor sobre el programa en general, basado en las evidencias de los avances que se hayan realizado en el recorrido hacia la consecución de los objetivos del programa. Un programa CDIO debe ser evaluado con relación a estos 12 Estándares CDIO. Esta retroalimentación constituye la base sobre la que tomar decisiones acerca del programa y sobre la que fundar los planes de mejora continua.” (Estándares CDIO 2010)

Referentes internacionales para la construcción del currículo de ingeniería de sistemas: En lo relacionado propiamente con la profesión se deben considerar las directrices de las diferentes asociaciones como ACM (Association for Computing Machinery) e INCOSE (International Council on Systems Engineering) entre otras. El movimiento de sistemas propuesto por Bertalanffy incorpora la investigación de operaciones, el análisis y la dinámica de sistemas orientada a contribuir en la toma de decisiones en la administración. La cibernética y la Ingeniería de Sistemas inicialmente involucrados con la construcción de complejos dispositivos hombre-máquina para la defensa y la industria. La cibernética organizacional, el pensamiento de sistemas blandos y la fenomenología interpretativa enfocada en el entendimiento de la organización. (Gómez 2005).

Marco Conceptual De La Ingeniería De Sistemas. El consejo internacional de Ingeniería de Sistemas (INCOSE, 2004) define la Ingeniería de Sistemas como una disciplina emergente cuya responsabilidad es crear y ejecutar un proceso interdisciplinario para asegurar que las necesidades del cliente y los actores implicados se satisfagan de una manera que implique alta calidad, confianza, eficiencia en el costo y cumplimiento del organigrama, mediante el ciclo de vida total del sistema. Según (ACM, AIS, IEEE-CS ,2005) la computación puede definirse como actividad de

naturaleza técnica que involucra a los computadores, incluye el diseño y construcción de hardware y software, el procesamiento y protección de los datos y el mejoramiento organizacional mediante el uso de información (Gómez et. al., 2005). La estructuración curricular en Computación trabajo un proyecto colaborativo CC 2005 reuniendo a the Association for Computing (ACM), the Association for Information Systems (AIS), the Computer Society (IEEE-CS) y the Association for Information Technology Professionals (AITP) los cuales han establecido las disciplinas o ramas que conforman la computación, entre ellas está la guía para programas de pregrado en Computación, el volumen del currículo en Ciencias de la Computación, en Ingeniería de Software, en Ingeniería de las Computadoras, en Tecnologías de la Información y otras disciplinas emergentes.

Desde los años sesenta se han liderado esfuerzos por establecer la estructuración curricular en computación, entre ellas el CC2005 cuyo propósito ha sido la clarificación, organización, establecimiento y explicación del carácter y los lineamientos de los programas de pregrado en computación. La guía incluye el CC2001 correspondiente al volumen del currículo en Ciencias de la Computación (CC), el SI2002 como el volumen del currículo en Sistemas de información, el IS2004 como el volumen del currículo en Ingeniería del software, el IC2004 como el volumen del currículo en Ingeniería de las computadoras, el TI2005 corresponde al volumen del currículo en Tecnología de Información y otros volúmenes de currículo necesarios para disciplinas emergentes, citado en (Gómez et. al., 2005)

Las ciencias de las computadoras (CC2001) (IEEE-CS, ACM, 2001) inicialmente trataba sobre el desarrollo de aspectos teóricos de la tecnología computacional y la generación de software y hardware. Se transformó cuando surgieron las especialidades de IC e IS en la orientación al desarrollo de la solución de problemas computacionales soportados por un marco matemático y enfoque lógico. Sistemas de información (SI) IS2002 (ACM, AIS, AITP, 2002) junto con los CC constituyeron la panorámica total de la computación en la década de los noventa, al inicio se enfatizaba en el uso de hardware y software para la solución de problemas de negocios; con el surgimiento de la especialización TI se ha venido desligando de la aplicación de tecnología y su objetivo principal es la información como recurso para las empresas en el logro de sus propósitos y en la implementación para sus

procesos. La Ingeniería del Software IS- SE2004 (IEEE-CS, ACM, 2004) emergió como un área dentro de la CC, está orientada al desarrollo y mantenimiento de software que sea confiable y eficiente, los especialistas en IS tienen una visión más rigurosa y pragmática del software. Ingeniería de las computadoras IC- CE2004 nació en la mayoría de las universidades como una especialización dentro de los programas de Ingeniería Eléctrica, se relaciona con el diseño y construcción de computadores y sistemas basados en computadores; comprende el estudio de hardware software, comunicaciones y la interacción entre ellos, comprende el desarrollo de sistemas embebidos.

Tecnología de la Información TI- IT2005 (IEEE-CS, ACM, 2005) Inicia durante los noventa, los departamentos de TI de la época emergen para asegurar que la infraestructura computacional fuera la adecuada. Estos programas preparan a los estudiantes para atender las necesidades tecnológicas en las organizaciones, TI enfatiza en la tecnología en sí misma, estableciendo un estrecho vínculo entre SI y TI. Los profesionales deben seleccionar, instalar, mejorar, mantener y reemplazar la infraestructura tecnológica y dar soporte a quienes trabajan con ella. Los graduados deben tendrán la capacidad de crear, aplicar, integrar y administrar tecnologías computacionales de acuerdo a las necesidades de la sociedad actual. En el contexto organizacional, ellos necesitan: Tener habilidades para aplicar conocimientos de apropiación de computación y matemáticas en la disciplina; tener habilidades para analizar un problema, e identificar y definir los requisitos computacionales requeridos para su solución; habilidades para diseñar, implementar y evaluar un Sistema basado en computación, procesos, componentes o programas; habilidades para una función efectiva en temas de conocimiento general; un profesional que comprenda sus responsabilidades éticas y legales; habilidades para comunicarse adecuadamente; habilidades para analizar el impacto local y global de la computación en los individuos, las organizaciones y la sociedad; reconocer las necesidades de desarrollo profesional continuo; habilidades para uso de técnicas y herramientas necesarias para la práctica computacional; habilidades para usar y aplicar conceptos técnicos y prácticas en tecnología de la información; habilidades para identificar y analizar las necesidades de los usuarios y tomar decisiones en cuanto a la selección, creación, evaluación y administración de sistemas basados en computador; habilidades para integrar

efectivamente una solución basada en tecnología de la información en un ambiente de usuario; entender las mejores prácticas y estándares, y sus aplicaciones; habilidad para asistir en la creación de una planeación efectiva de proyectos. (Velásquez, 2017)

4. CONCLUSIONES

La filosofía del CDIO, apunta a una formación por competencias donde se logren combinar armónicamente el saber con el ser y el hacer. Esto implica un vuelco muy grande para muchas universidades donde lo central era el saber, los conocimientos y la teoría. Cuando en el CDIO al concebir y al diseñar se le entrelaza con el implementar y operar el mensaje explícito es que la teoría se tiene que acoplar con la práctica o las aplicaciones. Es por ello que muchas universidades han tenido una reestructuración y ampliación de los laboratorios, los lugares de prácticas, el equipamiento y los espacios de enseñanza-aprendizaje. El CDIO ha estimulado el cambio de un modelo pedagógico tradicional, centrado en el profesor hacia un modelo pedagógico constructivista, centrado en el estudiante; donde el profesor es un guía dentro del proceso de aprendizaje, pero también participa como un modelo profesional. (González, García, Marciales, Ruiz, & Viveros, 2013) El CDIO con los Estándares y el Syllabus, facilita en alto grado el proceso de acreditación nacional e internacional. Si se hace un paralelo entre los Factores de la Acreditación y los Estándares del CDIO se encuentra una alta correlación; por ejemplo, en lo referente a diseño curricular, metodologías de enseñanza, laboratorios, evaluación, recursos físicos y tecnológicos, resultados de aprendizaje y formación investigativa. Cuando a los estudiantes se les da participación implementando metodologías activas, cuando se diseñan espacios de aprendizaje y de prácticas adecuados, cuando los profesores y los estudiantes diseñan, implementan y operan se está creando un ambiente apropiado para el verdadero concepto de la ingeniería; por lo tanto, es de esperarse una creciente satisfacción de los actores al lograr involucrarse en actividades diversas y experiencias múltiples.

REFERENCIAS

ACIS . (2015). CIO: Lider de la era digital. REVISTA SISTEMAS, 1-76.

ACIS. (2015). Evolucion del Gobierno TI. REVISTA SISTEMAS, 1-72.

ACM. (12 de Octubre de 2017). Advancing Computing as a Science & Profession. Obtenido de <https://www.acm.org/about-acm/about-the-acm-organization>

AIS . (13 de Octubre de 2017). Education. Obtenido de <http://aisnet.org/page/Education>

Bentley, H., Conboy, K., Donnellan, B., Ramesh, V., Toorn, C. V., & Wright, R. T. (2014). Moving Toward the Next Generation of Graduate Degree Programs in Information Systems. *Communications of the association for information systems*, 693-710.

Chen, Y.-C., & Wub, J. H. (2011). IT Management Capability and its impact on the performance of a CIO. *Information & Management*, 145-156.

CNA. (Enero de 2013). Ministerio de Educacion Nacional. Obtenido de https://www.cna.gov.co/1741/articles-186359_pregrado_2013.pdf

Gallardo, S. (2014). Desde la optica de Maria Isabel Mejia. *Revista Sistemas*.

Gallardo, S. (2014). Investigacion, Brecha de Talento en TI. *Revista Sistemas*, 1-37. Recuperado el 4 de Diciembre de 2017, de <http://52.0.140.184/revsistemas1/index.php/edicion-es-revista-sistemas/edicion-133/item/176-investigaci%C3%B3n-brecha-de-talento-ti>

IEEE. (2 de Noviembre de 2017). Education. Obtenido de https://www.ieee.org/education_careers/index.html

ISACA. (1 de Diciembre de 2017). COBIT_ISACA. Obtenido de <http://www.isaca.org/COBIT/Pages/COBIT-5-spanish.aspx>

Kappelman, L., McLean, E., Johnson, V., Torres, R., Nguyen, Q., Maurer, C., & Snyder, M. (2017). The 2016 SIM IT Issues and Trends Study. *MIS Quarterly Executive*, 47-80.

Kim, Y., Jeffrey, H., & Me, S. (2006). An Update on the IS/IT Skills Gap. *Journal of Information Systems Education* , 395-402.

- Konsky, B. R., Miller, C., & Jones, A. (2016). The Skills Framework for the Information Age. *Journal of Information Systems Education*, 37-50.
- Krotov, V. (2015). Bridging the CIO-CEO gap: It takes two to tango. *Business Horizons*, 275-283.
- Lozano, A. L. (2015). Gobierno de TI, Realidades sobre una década de practicas. *SISTEMAS*, 4.
- Mangalaraj, G., Singh, A., & Taneja, A. (2014). IT Governance Frameworks and COBIT.
- MINTIC. (2013). CIO Summit: Una apuesta por la arquitectura empresarial. *CIO@GOV*, 26-30.
- MINTIC. (4 de Diciembre de 2017). El Plan vive digital 2014-2018. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-19654.html>
- MINTIC. (24 de Noviembre de 2017). Fortalecimiento de la gestion TI en el estado. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/gestionti/615/w3-propertyvalue-6205.html>
- Navarro, M. M., Pedraja, M., & Rivera, P. (2006). Las Competencias Profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros. *Revista de Educacion*, 643-661.
- OLE. (17 de Junio de 2018). GRADUADOS COLOMBIA. Obtenido de <http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/w3-propertyvalue-36291.html>.
- O Suarez, C Vega, E Sánchez, A Pardo. (2018) Degradación anormal de p53 e inducción de apoptosis en la red P53-mdm2 usando la estrategia de control tipo pin. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, ISSN: 1692-7257.
- Perez, H. F. (1 de Diciembre de 2015). Rol y habilidades del cio. Tres casos de estudio en Colombia: alpina, banco de Bogotá, grupo aval. Rol y habilidades del cio. Tres casos de estudio en Colombia: alpina, banco de Bogotá, grupo aval. Bogotá, Colombia: universidad del rosario.
- Proyecto Tuning América Latina. (2013). Educación Superior en América Latina: reflexiones y perspectivas en Informática. Bilbao: José Lino Contreras Véliz (editor).
- Ramirez, A. C., & Garcia, J. L. (2016). Valoracion de Ingenieros, estudio de egresados: estimacion relevante para un proceso de acreditacion. *Revista electronica ANFEI Digital*, 1-9.de 2016). Analisis del impacto en el ambito profesional de los graduados del programa de ingenieria de sistemas de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña Periodo 2008-2015. Ocaña: UFPSO.
- Stevens, D., Totaro, M., & Zhu, Z. (2011). Assessing it Critical Skills and revising the mis curriculum. *Journal of computer informtion systems*, 85-95.
- Stevens, D., Totaro, M., & Zhu, Z. (2015). Assessing it Critical Skills and Revising the Mis Curriculum. *Journal of computer information systems*, 85-95.
- JEG Plaza, MAR Nuñez, (2017) Formación en competencias específicas para la industria del software colombiano. Experiencias del uso del aprendizaje basado en proyectos. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, ISSN: 1692-7257.
- Tapia, J. P., & Castro, J. C. (2015). El proceso de seguimiento a graduados en la actualizacion curricular de la carrera de ingenieria de sistemas de la universidad catolica de cuenca, sede Azogues.
- Tirado, L. J., Estrada, J., Solano, H., Gonzalez Jeimy, Alfonso, D., Restrepo, G., . . . Ortiz, D. (2007). Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales. *Revista Facultad de Ingenieria Universidad de Antioquia Num 40*, 123-139.
- EJ Santiago, JS Allende (2017) Diseño de un sistema multiagentes híbrido basado en aprendizaje profundo para la detección y contención de ciberataques. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, ISSN: 1692-7257.
- Velasquez, T. (23 de NOVIEMBRE de 2017). Fundamentos teórico-epsitemológicos del programa de ingenieria de sistemas en la universidad francisco de paula santander ocaña como base para el posicionamiento de los egresados. (D. AMAYA, Entrevistador)
- Rincon Ascanio, t. I. B. I. S. A. Y., & Rojas Pabon, m. A. (2017). *Analisis del impacto en el ámbito profesional de los graduados del programa de ingenieria de sistemas de la universidad francisco de paula santander-ocaña periodo 2008-2015*.
- Bogoya, D. (2000). Una prueba de evaluación de competencias académicas como proyecto. En: Bogoya, D. y colaboradores. *Competencias y proyecto pedagógico*. Santafé de Bogotá, D. C: Unibiblos.
- Ministerio de Educación Nacional. [MEN]. (2000). Construcción colectiva de un modelo ideal de educación superior. *Mobilización social por la educación superior*. Presidencia de la República.

- Hugo (2015). CDIO. III Reunión Latinoamericana de CDIO. EIA. Medellín. Hugo, R., & Malmqvist, J. (10 de Junio de 2015). About CDIO. Obtenido de CDIO Web site: <http://www.cdio.org/about>
- L Tangarife, M Sánchez, M Rojas (2017). Modelo de interventoría de tecnologías de información en el área de conocimiento de la gestión del alcance de PMBOK® y alineado con ISO 21500 y COBIT®. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.
- Tuning. (2011). What is Tuning. Disponible en: <http://www.unideusto.org/tuningeu/>
- Pinilla, A. (1999). Innovaciones metodológicas. En A. E. Pinilla (Ed.), Reflexiones en educación universitaria. Grupo de apoyo pedagógico y formación docente. Facultad de Medicina Universidad Nacional de Colombia (pp.17-103). Bogotá, D.C: Unibiblos
- Salas, C. (1996). El profesional del siglo XXI. Tingo María: Prensa Unasina N.º 17.
- J Pérez, J Castro. (2018). LRS1: Un robot social de bajo costo para la asignatura “Programación 1”. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.
- Barrón, C. (2000). La educación basada en competencias en el marco de los procesos de globalización. En M. Valle (Ed.), Formación en competencias y certificaciones profesionales (pp. 17-44). Ciudad de México: Centro de Estudios sobre la Universidad, UNAM.
- Condemarín & Medina, (2000). Evaluación auténtica de los aprendizajes. Un medio para mejorar las competencias en el lenguaje y comunicación. Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello.
- Schmelkes, S. (1997). La calidad en la educación primaria: un estudio de caso. *Sección de Obras de Educación y Pedagogía*.
- De la Fuente, J., Justicia, F., Casanova, P. & Trianes, M. (2003). Percepción sobre la construcción de competencias académicas y profesionales en psicólogos. *Revista Electrónica de Investigación en Psicoeducativa y Psicopedagógica*, 3, (1), 3-34
- CDIO. (08 de diciembre de 2010). ESTÁNDARES CDIO v. 2.0.
- Gómez, et. al., (2.005) Ingeniería, Sistemas e Ingeniería de Sistemas. Informática e Ingeniería del Conocimiento. Universidad de Pamplona.
- T Velásquez, E Espinel, G Guerrero (2016). Estrategias pedagógicas en el aula de clase. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.
- Incose. (2004) System Engineering Handbook. INCOSE-TP-2003-016-02, version 2a. International Council on Systems Engineering. Junio 1 de 2.004
- González, A., García, L., Marciales, G., Ruiz, M., & Viveros, F. (2013). Estándares cdio v. 2.0. Concepción y diseño del centro de aprendizaje y enseñanza de la facultad de ingeniería de la pontificia universidad javeriana. Bogotá: WEEF 2013 Cartagena Colombia.
- L Fernández, L Mesa, W Pérez (2017) Investigación formativa para estudiantes de ingeniería utilizando robótica. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.*