UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Estudio de las competencias genéricas de los Ingenieros de Sistemas y Computación de la Universidad Nacional de Colombia egresados del 2000 al 2010

Pedro Santiago Murillo Moreno

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Sistemas
Bogotá, Colombia
2018

Estudio de las competencias genéricas de los Ingenieros de Sistemas y Computación de la Universidad Nacional de Colombia egresados del 2000 al 2010

Pedro Santiago Murillo Moreno

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación

Director (a):

MSc. Sandra Liliana Rojas Martínez

Línea de Investigación:

Sistemas y organizaciones

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Sistemas

Bogotá, Colombia

2018

Dedico esta tesis a Dios el Todo, especialmente a mi familia, mis amigos, mis compañeros de trabajo y a todas las personas que me dieron su voz de apoyo.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por su apoyo moral y especialmente a mi padre quien estuvo pendiente de este logro.

Agradezco a mi directora de tesis por todo el tiempo brindado y su valiosa orientación.

Agradezco a los Docentes e Ingenieros de Sistemas que participaron como expertos para la valoración objetiva de las competencias genéricas para el éxito laboral de los Ingenieros de Sistemas.

Agradezco a los Ingenieros de Sistemas que dieron su aporte en la valoración subjetiva de las competencias genéricas para su éxito laboral.

Y agradezco a la vida por esta oportunidad de alcanzar un nuevo logro que es tener una nueva visión de la Ingeniería de Sistemas, valorando las actitudes y las habilidades que debe tener un Ingeniero de Sistemas para complementar su capacidad profesional.

Resumen

Se realiza un estudio para revisar la valoración de las competencias genéricas (CG) por parte de los Ingenieros de Sistemas y Computación (ISC) de la Universidad Nacional de Colombia (UNC) egresados del año 2000 al 2010 para su éxito laboral. La identificación de las CG se basó en una revisión de la literatura científica sobre CG y otros estudios relacionados, y se aplicó la metodología basada en el framework DeSeCo que presenta una fundamentación teórica de la conceptualización de las competencias clave. Posteriormente se realizó una encuesta con 76 egresados de la UNC en la que valoraron 44 competencias identificadas en la literatura, mediante una escala de 1 – no necesaria hasta 5 – crítica para el desempeño laboral. Y finalmente se identificaron 6 factores mediante el método estadístico de análisis factorial lo cual permitió realizar el análisis del contexto del ISC y la comparación con otros estudios.

Palabras clave: competencias genéricas, competencias transversales, ingeniero de sistemas, ingeniería de sistemas, competencias blandas, competencias laborales, competencias sociales.

Abstract

A study was carried out for the evaluation of the generic competencies (GC) of the Systems and Computing Engineers (SCE) of the Universidad Nacional de Colombia (UNC) graduates from the year 2000 to 2010 for their job success. The identification of the CG was based on a review of the scientific literature on CG and other related studies, and the methodology based on the DeSeCo framework that presents a theoretical foundation of the conceptualization of key competences was applied. Subsequently, a survey was conducted with 76 graduates of the UNC in which they assessed 44 competencies identified in the literature, using a scale of 1 - not necessary up to 5 - critical for job performance. And finally, six factors were identified through the statistical method of factorial analysis, which allowed the analysis of the SCE context and the comparison with other studies.

Keywords: generic competencies, transversal competencies, systems engineer, systems engineer, systems engineering, soft skills, job skills, social competences

Contenido

Pág.

Resumen ..... **IX**

Lista de figuras ..... **XIII**

Lista de tablas ..... **XIV**

Introducción **17**

1. Horizonte del trabajo **21**
1.1 Identificación del problema 21
1.2 Objetivo general y objetivos específicos 22
1.2.1 Objetivo general 22
1.2.2 Objetivos específicos 22
1.3 Justificación 23

2. Marco de Referencia **24**
2.1 Referentes internacionales 24
2.2 Referentes nacionales 25
2.3 Elementos de formación 26
2.4 Tendencia 27

3. Marco conceptual **29**
3.1 Definición de competencia 29
3.2 Enfoques desde la sicología 30
3.3 Tipos de competencia revisados 31
3.3.1 El proyecto DeSeCo y las competencias clave 31
3.3.2 Competencia genérica 32
3.3.3 Modelo de clasificación de CG 33
3.4 Definición del contexto 49
3.4.1 Nivel ocupacional 50
3.4.2 Cargo 50
3.4.3 Nivel del Cargo 51
3.4.4 Sectores económicos 51
3.4.5 Especialidades 52
3.4.6 Años de experiencia 53
3.4.7 Tamaño de la empresa 53
3.4.8 Tipo de vinculación 53
3.4.9 Salario 53
3.4.10 Año de grado 54

3.4.11 Último nivel de estudios 54

4. Metodología 55
4.1 Estudio de las CG requeridas por los Ingenieros en Australia 55
4.2 Análisis factorial 56
4.3 Actividades 58

5. Desarrollo del estudio y análisis 61
5.1 Desarrollo del estudio 61
5.1.1 Revisión de literatura relevante 61
5.1.2 Proceso de identificación y refinamiento de las CG 62
5.1.3 Esquema de calificación de las competencias 67
5.1.4 Encuesta inicial 67
5.2 Análisis de datos 68
5.2.1 Análisis Factorial de las CG 68
5.2.2 Contexto personal 73
5.2.3 Contexto académico 74
5.2.4 Contexto laboral 77
5.2.5 Distribución de la valoración de cada Competencia Genérica 86
5.2.6 Factores de las CG y su valoración 88
5.2.7 Comparación con otros estudios 90
5.2.8 CG valoradas por los ISC 92

6. Conclusiones y recomendaciones 95
6.1 Conclusiones 95
6.2 Recomendaciones 96
6.3 Trabajo futuro 96

A. Anexo: CD 97

Bibliografía 99

Lista de figuras

Pág.

Figura 3-1: Mapa conceptual de competencia. 30
Figura 3-2: Comparación de categorías Modelo Roe y Proyecto Tuning. 42
Figura 3-3: Comparación de categorías Modelos Roe, Tuning, INCUAL, CEST, Madurez y Bloom. 43
Figura 3-4: Comparación de categorías Modelos Roe, Tuning, INCUAL, CEST, Madurez, Bloom, JPL, Young y Chapman, DeSeCo, Bunk, Puig-MEN, Mekovec y Tuning. 45
Figura 3-5: Categorías de competencias propuestas..... 47
Figura 3-6: Competencias de Cannon-Bower orientadas a la tarea y al equipo. 48
Figura 5-1: Bibliografía por año..... 62
Figura 5-2: Competencias por estudio. 63
Figura 5-3: Revisión gráfica del proceso reducción de la lista de competencias. 64
Figura 5-4: Proceso de revisión de competencias..... 65
Figura 5-5: Competencias descartadas por criterio. 66
Figura 5-6: CGS por categoría. 67
Figura 5-7: Prueba scree. 69
Figura 5-8: Prueba de validez de la muestra (KMO). 70
Figura 5-9: Test de esfericidad de Bartlett 70
Figura 5-10: Diagrama Análisis de factores 72
Figura 5-11: Género. 73
Figura 5-12: Género por factores. 74
Figura 5-13: Año de grado. 75
Figura 5-14: Año de grado por factor. 75
Figura 5-15: Último nivel de estudios. 76
Figura 5-16: Último nivel de estudios por factor. 76
Figura 5-17: Nivel ocupacional..... 77
Figura 5-18: Nivel ocupacional..... 77
Figura 5-19: Cargo..... 78
Figura 5-20: Cargo por factor..... 79
Figura 5-21: Nivel del cargo. 79
Figura 5-22: Nivel del cargo por factor. 80
Figura 5-23: Sector económico. 80
Figura 5-24: Sector económico por factor. 81
Figura 5-25: Especialidades. 81
Figura 5-26: Especialidades por factor..... 82

Figura 5-27: Años de experiencia. 82
Figura 5-28: Años de experiencia por factor. 83
Figura 5-29: Tamaño de la empresa. 83
Figura 5-30: Tamaño de la empresa por factor. 84
Figura 5-31: Tipo de vinculación. 84
Figura 5-32: Tipo de vinculación por factor. 85
Figura 5-33: Salario. 85
Figura 5-34: Salario por factor. 86
Figura 5-35: **Distribución de la valoración de las CGS** 86
Figura 5-36: Comparación valoración de factores por egresados y expertos 88
Figura 5-37: CG Ingenieros de Australia. 90

Lista de tablas

Pág.

Tabla 3-1: Cargos empresas del sector de Software y TI 50
Tabla 3-2: Niveles del cargo 51
Tabla 3-3: Sectores 51
Tabla 3-4: Especialidades 52
Tabla 3-5: Años de experiencia 53
Tabla 3-6: Tamaño de la empresa 53
Tabla 3-7: Tipo de vinculación 53
Tabla 3-8: Salario 53
Tabla 3-9: Último nivel de estudios 54
Tabla 4-1: Actividades Metodología DeSeCo. 60
Tabla 5-1: Criterios para descartar competencia genérica 66
Tabla 5-2: Cantidad de variables por número de factores 71
Tabla 5-3: Factores de CGS 73
Tabla 5-4: Valoración de Factores de CGS por expertos 89
Tabla 5-5: Valoración de Factores de CGS por egresados 89
Tabla 5-6: Comparación factores de Australia con este estudio 90
Tabla 5-7: Comparación factores con competencias Jobs de IEEE 91
Tabla 5-8: CGS valoradas por los ISC de la UNC del año 2000 al 2010 92

Introducción

En esta Tesis de Maestría se propone la identificación de las competencias genéricas (CG) que pueden complementar el conocimiento técnico de los Ingenieros de Sistemas y Computación (ISC) de la Universidad Nacional de Colombia (UNC) con el fin de buscar su éxito en el campo laboral, esto como una motivación personal.

Los ingenieros en las diferentes disciplinas intervienen de forma directa en el desarrollo de nuevos sistemas de infraestructura en los cuales se identifican, analizan y reconocen las relaciones entre tecnología y sociedad teniendo en cuenta también la demanda de recursos y los impactos ambientales, así como las actividades tendientes a apaciguar la pobreza (Bell, 2011). En particular el ISC debe reconocer el contexto relacionado con la ciencia de la computación y tecnologías de información, de tal manera que las áreas social, ético, legal y desarrollo profesional se tengan en cuenta (ACM, 2013), puesto que cumplen un papel importante en el efecto de su ejercicio y desarrollo profesional (The Joint Task Force on Computing Curricula (Association for Computing Machinery IEEE-Computer Society), 2013).

Se ha detectado una oportunidad de mejora en los ingenieros graduados en las diferentes ramas de la ingeniería (mecánica, civil, ambiental, de sistemas, y otras) en general y es lograr una visión sistémica que permita complementar el conocimiento técnico, de tal manera que lo conduzca a conocer, con la más alta frecuencia, las implicaciones sociales del ejercicio de su obra de ingeniería con el fin de orientar el manejo de la tecnología hacia fines nobles (Valencia Restrepo, 2000).

Es de suma importancia que el ISC tenga habilidades que complementen sus conocimientos técnicos tales como la comprensión de los temas sociales, éticos, legales y referentes a lo profesional (ACM, 2013). Esto permite un desarrollo en aspectos holísticos para el reconocimiento de los problemas a que se enfrenta y beneficiando a su entorno: la sociedad, la industria y el gobierno como una responsabilidad inherente a sus

principios como profesional (Gotterbarn, Miller, & Rogerson, 1999). Se afirma en (Derro & Williams, 2009) que con esfuerzo los ISC pueden crecer, cambiar y aprender nuevas habilidades y comportamientos.

Es fundamental que los recién egresados así como los que cuentan con varios años de experiencia, complementen su proceso de formación con conocimientos relacionados con los procesos del desarrollo de software y a la vez fortalezcan su desarrollo integral humano en habilidades socio-emocionales que cambien su perspectiva (ACM, 2013) para facilitar su integración con el mundo cambiante, competitivo y globalizado (Julliard & Schwab, 2000; Low, 2006), y actualmente afectado por los cambios en sus estructuras sociales (Julliard & Schwab, 2000, p.).

Las Universidades en Colombia con el fin de obtener una formación integral de los ISC (FEDESOFT-SENA, 2008) e (Ibarra et al., 2004) han realizado algunos esfuerzos para ajustar los planes curriculares fortaleciendo las asignaturas teorico-prácticas, igualmente, se ha detectado una clara oportunidad de mejora para los ingenieros graduados alrededor del año 2000 (Valencia Restrepo, 2000) que consiste en complementar el enfoque técnico con nuevos enfoques socio-emocionales, culturales y éticos que le facilitan al profesional realizar aportes más allá de su formación técnica, estos aportes son requeridos por la industria (Helenius, 2013). Los enfoques socio-emocionales en los ISC también son necesarios para afrontar el cambio rápido de la tecnología y cultura de la sociedad causados por la era del conocimiento y la información (Valencia Restrepo, 2000).

Por lo anterior, se hace preciso enmarcar esta investigación en la identificación de las CG de los ISC que le permiten lograr un desarrollo integral de su profesión, y contribuir en el desarrollo y competitividad de nuestro país.

Se pretende que esta investigación sea un elemento documental que pueda contribuir a los ISC a plantear un proyecto de vida en el que se amplíe su visión de forma que su ejercicio profesional aporte a la solución de los problemas de la sociedad, basado en el conocimiento del entorno identificando ventajas competitivas que le posicionen adecuadamente en referentes nacionales e internacionales para que su ejercicio sea significativo.

El aporte de este trabajo es identificar las CG de los ISC de la UNC y su importancia para su éxito laboral, información que es útil para mejorar la formación de los próximos ISC, e incluso, para los ISC que ejercen su profesión.

1. Horizonte del trabajo

El presente capítulo presenta los objetivos del proyecto y su justificación.

1.1 Identificación del problema

En los programas de pregrado de Ingeniería de Sistemas y afines que se ofrecen actualmente en el país en su componente de formación profesional es difícil establecer una clasificación que visualice claramente la frontera entre asignaturas propias de los programas de ingeniería de sistemas y de ciencias de la computación, así como de otros programas identificados a nivel mundial por la ACM y otros estudios, como son Ingeniería de Software, Ciencias de la Computación, Ingeniería de Computadores, Ingeniería Informática, Tecnologías de la Información, Sistemas de Información (ACM, 2013; Crespo, Parra, Rosado, Estrada, & Medina, 2016; Longrew, Huelles, & Xionak, 2014). Se evidencia en los programas de Ingeniería de Sistemas una fuerte tendencia a incluir asignaturas de formación técnica en Ingeniería de Software, lo cual posiciona al ISC como un ingeniero programador esto desde el punto de vista del egresado como de la sociedad (Holmes, 2011). Por lo anterior puede establecerse que el área de desempeño profesional hace énfasis en el desarrollo de software, fortaleciendo al ISC en este tipo de ejercicio, pero en muchos casos limitando el desempeño integral del profesional como persona inmersa en un mundo globalizado y cambiantes, a veces hostil, en lo socio-emocional, cultural, ético y político entre otros, aunque cuente aunque cuente con el potencial y las capacidades para desenvolverse y aportar desde su formación como ingeniero en las diferentes áreas del conocimiento.

El ISC tiene un rol importante en el trabajo interdisciplinario (Helenius, 2013) una nueva mirada a los problemas de la sociedad significa cruzar una línea en la que están inmersas otras disciplinas como las ciencias sociales, la economía y la administración. Es importante especificar o profundizar en el estudio de las posibles alternativas de

formación del ISC de forma que se tipifiquen cuáles serían las líneas o áreas de estudio que se deben sugerir al egresado de esta disciplina para que en la evolución de su formación le facilite su incursión a grupos de trabajo interdisciplinarios tendientes a soluciones de problemas reales y mejore su campo acción.

Son varios los campos de investigación al respecto, sin embargo basado en un artículo del año 2000 se ha detectado una oportunidad de mejora en los Ingenieros en general (Valencia Restrepo, 2000) y es lograr una visión sistémica que permita complementar el conocimiento técnico, de tal manera que lo conduzca a conocer, con la más alta frecuencia, las implicaciones sociales del ejercicio de su obra de ingeniería con el fin de orientar el manejo de la tecnología hacia fines nobles, por lo tanto se hace preciso identificar cuáles son las competencias que complementan el conocimiento técnico y que conducen al éxito laboral del ISC y que permitan una más amplia visión en la solución de problemas de su sociedad.

1.2 Objetivo general y objetivos específicos

A continuación se relacionan los objetivos que permitirán pasar de la situación actual a la situación deseada, y los cuales permitirán responder a la pregunta de investigación: **¿Cuáles son las CG que han desarrollado los ISC de la UNC egresados del 2000 al 2010?**

1.2.1 Objetivo general

Describir las CG para los ISC de la UNC egresados del 2000 al 2010.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Consolidar la base de datos de egresados de ISC de la UNC egresados del 2000 al 2010.
2. Identificar las CG de los ISC de la UNC egresados del 2000 al 2010, las interrelaciones entre las CG identificadas y sus relaciones con el contexto laboral del ISC de la UNC egresado del 2000 al 2010.
3. Analizar las interrelaciones entre las CG identificadas y sus relaciones con el contexto laboral del ISC de la UNC egresado del 2000 al 2010.

1.3 Justificación

Los sistemas de información son la base de la operación de las empresas y la responsabilidad de su diseño y construcción se asocia principalmente al ISC y a las empresas de software, organizaciones dedicadas a proveer soluciones de esta índole. El ISC como una de las unidades funcionales de las organizaciones de software debe tener las características suficientes para cumplir eficazmente con su trabajo en el contexto donde se desenvuelva, y estas características no solo son cubiertas por los conocimientos y habilidades técnicas que posea, sino que se hace necesario resaltar otro tipo de competencias que este debe desarrollar, ya sea en la academia mediante educación formal, o con base en la experiencia en el mundo laboral.

Parte de estas competencias son requeridas por las organizaciones para su selección de personal y se basan en modelos de competencia para así asegurar tanto la selección como el desarrollo de competencias en sus empleados (Bradley & Keating, 2014). Y el éxito laboral, medido por su desempeño, que estando ligado a la cultura organizacional (Shahzad, Xiu, & Shahbaz, 2017), especialmente en las organizaciones de software, conllevan al ISC a generar soluciones innovadoras y, de esta manera, a contribuir en las características dinámicas de un mercado de alta competencia global.

2. Marco de Referencia

El presente capítulo expone cuatro ejes de estudio y evaluación: los dos primeros corresponden a los principales aspectos de los referentes internacionales y nacionales acerca del desempeño del ISC y afines en competencias generales y específicas, el tercero describe algunos de los elementos comunes de formación en los programas de ingeniería de sistemas y computación y afines, y el cuarto informa acerca de los avances que se han previsto acerca de la definición de los perfiles de los ingenieros en esta área.

2.1 Referentes internacionales

Con respecto a las referencias internacionales se destacan los estudios realizados por Alemania, Australia, Estados Unidos y Europa en los que se describen aspectos relacionados con el desempeño del ISC y afines con énfasis en sus CG, así como algunos elementos de su formación técnica.

En estos estudios se ha evidenciado, tanto para Alemania (Julliard & Schwab, 2000) y Australia (Staehr, 2002), que los requerimientos de un ingeniero son tanto las competencias técnicas como la capacidad de reflexión ética, lo cual se conjuga con la responsabilidad social y personal de la profesión, mencionado esto para las áreas de ciencia de la computación y sistemas de información (Holmes, 2011).

Adicionalmente, se ha estudiado el comportamiento del egresado ante proyectos de ingeniería de sistemas en organizaciones gubernamentales notando importantes adaptaciones, desarrollando capacidades de modularización e integración para facilitar una organización más rápida y flexible, y sumando a esto nuevas habilidades relacionales, lo cual es un desafío, ya que empresas del gobierno necesitan sistemas intercomunicados y centralizados, lo que conlleva a tener en cuenta distintas clases de

interesados o stakeholders quienes se resisten al cambio (Brooks, Carroll, & Beard, 2011, pp. 589-601).

2.2 Referentes nacionales

A nivel nacional se encuentran diversos estudios realizados por entidades tanto oficiales como privadas; los más significativos del sector oficial son: Iniciativa de Fortalecimiento de la Industria del Ministerio de Tecnologías de Información y de las Comunicaciones (MINTIC, 2014), Estudio de caracterización de la informática en Colombia del SENA (FEDESOFT-SENA, 2008), Estudio de salarios del sector de Software y TI de Colombia (MinTIC & FEDESOFT, 2015b), Informe de caracterización del sector de Software, Tecnologías de la Información en Colombia (MinTIC & FEDESOFT, 2015c), Caracterización De la Brecha de Talento Digital en Colombia (MinTIC & FEDESOFT, 2015a) y Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC 2017 – 2022 (Ángela Carrillo, Mario Sánchez, & Jorge Villalobos, 2016). En el sector privado se encuentran los estudios realizados por la Universidad EAFIT denominados Impacto social de los programas de pregrado de Ingeniería de Sistemas (Ibarra et al., 2004), Impacto Social de las Prácticas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Simón Bolívar - Barranquilla (Álvarez Portilla & Jiménez Martínez, 2013) y Brecha de Talento Digital este último de la Universidad EAFIT en colaboración con la empresa Infosys (Infosys - Universidad EAFIT, 2014).

Las iniciativas del gobierno nacional para su desarrollo económico y social tienen en cuenta su interdependencia con las tecnologías de información y comunicaciones, y como elementos clave el gobierno en línea, la salud y la educación posibilitando el avance e ingreso a una sociedad más equitativa (FEDESOFT-SENA, 2008). Entre estas iniciativas se encuentra la de MINTIC denominada Fortalecimiento de la Industria de TI/SW e ITO - FITI (MINTIC, 2014) que tiene como objetivo convertir la industria colombiana de TI/Sw en una industria de clase mundial, y para el estudio se basa en las líneas de negocio identificadas a partir de la caracterización de las empresas colombianas y fortalezas en los diferentes sectores económicos regionales.

Desde la universidad se ha medido el impacto de la ingeniería de sistemas en la sociedad para lo cual existen estudios tales como el de la universidad EAFIT (Ibarra

et al., 2004) donde se indica que para medir la calidad de la educación es preciso tener retroalimentación del egresado quien lleva los conocimientos a las organizaciones y a la sociedad, de igual forma el Consejo Nacional de Acreditación - CNA en los procesos de acreditación de los programas de pregrado tiene en cuenta la información acerca de los egresados y su interacción con la Universidad.

2.3 Elementos de formación

Con respecto a los ejes comunes de formación en el área de la Ingeniería de Sistemas y programas afines se expone como referente el estudio realizado por la Red de Programas de Ingeniería de Sistemas y Afines (REDIS) Primer Encuentro Nacional de Ingeniería de Sistemas hacia una Prospectiva de la profesión en Colombia (REDIS, 2010) y por último se describen los planteamientos de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI acerca de la visión del ingeniero para el año 2020 (ACOFI, 2007).

En Colombia los programas relacionados con Ingeniería de Sistemas y afines, tienen su soporte curricular fundamentado en la formación de las ciencias exactas, naturales y económicas. El componente es denominado de fundamentación (REDIS, 2010). En sus componentes de formación profesional se encuentran líneas de formación relacionadas con hardware, software y comunicaciones, así como, en algunos casos formación en gestión de proyectos. En Colombia se ha intentado relacionar la formación del ISC con las necesidad de la industria (FEDESOFT-SENA, 2008) sin embargo, son grandes los esfuerzos que se deben realizar para lograr una correcta sinergia entre el proceso de formación y el desarrollo profesional del egresado en la industria, la sociedad y su aporte a los lineamientos nacionales. Aún más, debido al desempeño del ISC en la industria y las diferentes necesidades que surgen, han aparecido un gran número de discusiones sobre la definición y descripción para referirse a la Ingeniería de Sistemas (Longrew et al., 2014, pp. 27-34) las cuales son objeto de estudio por organizaciones académicas como la Association for Computing Machinery - ACM, inclusive en Finlandia se propone una nueva carrera de Ingeniería de Sistemas de Información y Negocios (Helenius, 2013) como carrera transdisciplinaria, cuyo programa se deriva de los planes de estudio de las carreras afines existentes con un enfoque basado en aspectos holísticos que son requerido por la industria.

En Colombia los perfiles relacionados con el ISC se concentran en la formación técnica y cuentan con algunas exigencias para la formación en una segunda lengua (idioma inglés) e incluye asignaturas para el desarrollo de competencias sociales para las relaciones interpersonales. Un 20% del currículo de los programas de Ingeniería de Sistemas y afines está destinado para asignaturas de libre elección que complementa su desarrollo personal de acuerdo a las prioridades que fijen los estudiantes y a la oferta que provea la institución educativa (FEDESOFT-SENA, 2008).

En el mercado laboral el ISC se mueve en tres grandes áreas del conocimiento: Construcción de software, infraestructura y sistemas de información (FEDESOFT-SENA, 2008), no obstante siendo líneas muy técnicas, se han identificado tópicos sociales y contextos sociales en el área de sistemas de información.

La formación de CG se ha revisado diferentes metodologías de aprendizaje que no entran en el alcance de esta tesis tales como aprendizaje activo (se enfoca en involucrar a estudiante en el proceso de aprendizaje de una manera proactiva y comprometida) (Anguís, 2012; Yanaze & Lopes, 2014), aprendizaje por servicio (servicio significativo con la comunidad con instrucción y resolución para enriquecer el aprendizaje) (Forment, Caetano, Garcia-Peñalvo, Amante, & Martínez, 2015), aprendizaje basado en problemas o proyectos (vincula la enseñanza con el ámbito profesional permitiendo el desarrollo de competencias técnicas, contextuales y comportamiento) (Mekovec, Aničić, & Arbanas, 2018; Palma Lama, Miñán Ubillús, & Ríos Carmenado, 2011).

2.4 Tendencia

En Colombia ya se realizaron estudios que se enfocan a definir el perfil del ingeniero para el año 2020, realizando nuevos cambios en los programas de formación de ingenieros con miras en lograr una mentalidad innovadora y mentalidad empresarial, así como de la importancia que tiene la tecnología para enfocarse en solucionar problemas de la sociedad y dejar de verse como un fin en sí misma (ACOFI, 2007, pp. 259-260). El cambio de visión para el desarrollo profesional del ISC incluye varios factores que se

deben estudiar tales como: la conformación de estructuras jerárquicas sociales, los niveles jerárquicos en las organizaciones empresariales en el país y la posición que en estos niveles ocupa el ISC, en donde, en el nivel inferior se encuentra ubicada la sección operativa conformada por un gran número de profesionales, técnicos y tecnólogos en Ingeniería, lo cual es muy diferente en países desarrollados (REDIS, 2010).

En el año 2017 se afirmó que aún hay temas relevantes y problemáticos que requieren intervenciones urgentes para fortalecer la industria de las TIC a través de un mejor talento humano (Ángela Carrillo et al., 2016). Entre las debilidades encontradas, afirmado en (MinTIC & FEDESOFT, 2015a), es que una segmento significativo de los profesionales universitarios no comprenden cuáles son las competencias que definen su perfil, confundiendo habilidades blandas y actitudes con competencias profesionales. Sin embargo de manera prospectiva en materia de formación, por ello se recomienda incluir en su programa de estudios áreas econo-administrativas y formación humanística que le permitan ejercer de manera amplia su profesión (REDIS, 2015).

3. Marco conceptual

3.1 Definición de competencia

En los primeros estudios sobre competencias se identifican dos tipos fundamentales: específicas y genéricas. Las competencias específicas corresponden a una profesión determinada mientras que las CG integran lo cognitivo y lo motivacional (RuizMorales, BiencintoLópez, GarcìaGarcìa, & Carpintero, 2017).

Una de las definiciones encontradas en la literatura sobre competencias es la señalada por Sedelmaier: "La competencia denota una capacidad integral para actuar apropiadamente en situaciones complejas". La capacidad para actuar incluye el conocimiento técnico. La capacidad para afrontar situaciones complejas y nuevas presupone habilidades adicionales, las cuales son frecuentemente subdivididas en competencias sociales, personales y metodológicas. Además, para que la competencia exista se requiere del conocimiento técnico así como de las habilidades blandas, o también llamadas habilidades no técnicas. Entre las habilidades no técnicas se incluyen las habilidades genéricas y las habilidades específicas sensibles al contexto. La falta de habilidades específicas tiene efecto no deseado en el ejercicio profesional (Sedelmaier & Landes, 2014).

Otro concepto definido por Spencer & Spencer (Zingaretti, Castellaro, & Zanitti, 2016) expresaba que “es una característica subyacente en un individuo que esta causalmente relacionada a un estándar de efectividad y/o a una performance superior en un trabajo o situación”. En otras palabras, la competencia hace parte de la personalidad, originando el comportamiento y el desempeño en el trabajo deseados para su logro efectivo medido sobre un criterio general o estándar.

Por su parte, el proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations de la Organisation for Economic Cooperation and Development - OECD) se centra en un enfoque funcional: "una competencia se define

como la capacidad de satisfacer una demanda compleja". El cumplimento de exigencias y tareas complejas no solo requiere de conocimientos y habilidades, sino también de estrategias y rutinas necesarias para aplicar sus conocimientos y habilidades, así como las emociones y actitudes apropiadas, y una gestión eficaz de estos componentes. Así, la noción de competencia cubre componentes cognitivos, motivacionales, éticos, sociales y de comportamiento (Heise & Meyer, 2004; D. S. Rychen & Salganik, 2000).

En la siguiente figura se abstraen las definiciones de competencia mediante un mapa conceptual.

Figura 3-1: Mapa conceptual de competencia.

Nombre de la fuente: Construcción propia con Freeplane

3.2 Enfoques desde la sicología

Es importante tener en cuenta el punto de vista de la sicología, ya que el tema de las competencias está muy relacionado a dicha disciplina. Según (Ortiz, Prowesk, Rodríguez, Lesmes, & Ortiz, 2011) afirma que “de acuerdo a la sicología organizacional y del trabajo existen tres enfoques teóricos que han orientado el concepto competencia laboral: conductista, funcionalista y constructivista”. El enfoque conductista, que parte de la escuela norteamericana el desempeño se mide a partir de los comportamientos de las personas que se pueden observar, el enfoque funcionalista, propio de la escuela inglesa, afirma que la competencia se mide según los resultados de dicho comportamiento, y el enfoque constructivista, de la escuela francesa, hace énfasis en el proceso de

construcción y desarrollo de los individuos vistos hacia los procesos de las organizaciones.

3.3 Tipos de competencia revisados

3.3.1 El proyecto DeSeCo y las competencias clave

DeSeCo es atribuido a las iniciales del programa de la Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) denominado Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations, el cual fue iniciado a finales de 1997 y fue administrado por la Oficina Federal de Estadística de Suiza con el apoyo principal del Departamento de Educación de los Estados Unidos, Centro Nacional de Estadísticas de Educación. DeSeCo se originó con la necesidad de desarrollar un fundamento teórico para proporcionar a la OECD con indicadores para medir la educación. Como uno de los más importantes resultados fue la definición de una sólida teoría para conceptualizar y medir competencias y habilidades, de esta manera se asegura un entendimiento común y consistente para la identificación de futuras competencias y el desarrollo de indicadores relacionados (Dominique Simone Rychen, Salganik, & McLaughlin, 2002).

Las competencias clave han sido estudiadas por el marco DeSeCo (Dominique Simone Rychen et al., 2002) y definen el término clave como importante para:

- Contribuir al éxito económico y al desarrollo social
- Permitir a las personas vivir una "vida exitosa" en el contexto de un mundo cada vez más interdependiente, en constante cambio y, a veces, propenso a conflictos.

DeSeCo resalta que “las competencias clave son las competencias de importancia primordial para una vida exitosa y participación efectiva en diferentes campos de la vida - incluyendo los campos económico, político, social y familiar; relaciones interpersonales públicas y privadas; y desarrollo personal”. De esta manera, las mismas competencias clave servirán para que el individuo pueda tener éxito en cada uno de los campos de la vida, incluyendo el campo profesional (Heise & Meyer, 2004) o laboral (Young & Chapman, 2010).

Rychen y Salganik definen cuatro elementos analíticos que son requeridos para definir las competencias clave según (D. S. Rychen & Salganik, 2000) los cuales son: que son tranversales en diferentes campos sociales (académico, profesional personal y social), se

refieren a un orden superior de complejidad mental, son multifuncionales (cumple con exigencia de la vida diaria profesional y social) y son multidimensionales (perceptivas, normativas, cooperativas, conceptuales y complejidad mental).

Estos componentes son propuestos por DeSeCo como una vía potencialmente productiva para la exploración y el estudio de las formas concretas de las competencias clave que se manifiesta en acciones, comportamientos y elecciones de los individuos y grupos en diferentes contextos sociales (tales como el personal, social, económico, político y cultural), en diferentes etapas de la vida, y en diferentes contextos culturales.

Competencias clave y dominios específicos

De acuerdo a su definición, las competencias clave no son específicas a un dominio sino que son transversales y pueden ser aplicadas a múltiples áreas de la vida, sin embargo los cambios en las demandas de trabajo han provocado interés en explorar las competencias clave dentro de dominios específicos, es decir, que se han realizado esfuerzos para identificar las competencias clave necesarias para todos dentro de una determinada disciplina (S. Male, Chapman, & others, 2005). Por tanto es posible identificar las competencias clave que son aplicables para el campo de la Ingeniería de Sistemas.

3.3.2 Competencia genérica

Tal como es indicado por Young y Chapman, los empleadores que operan en mercados de trabajo globales buscan trabajadores con CG. En la literatura este término es igualmente etiquetado como competencias transversales (Ángeles Sánchez Elvira, M. Ángeles LópezpGonzález, & M. Virginia Fernández Sánchez, 2010; RuizMorales et al., 2017) (Ángeles Sánchez Elvira et al., 2010), habilidades fundamentales, habilidades para la empleabilidad, habilidades para la vida, habilidades blandas, habilidades transferibles, habilidades del siglo 21, habilidades genéricas, competencias laborales y competencias clave (Chan, Fong, Luk, & Ho, 2017; Young & Chapman, 2010).

Son aquellos conocimientos y habilidades comunes a todas las profesiones, y que permiten a las personas desenvolverse laboralmente y se caracterizan por su carácter complejo, competitivo y cambiante. Estas competencias son comunes a una rama

profesional (Tobón, 2006) citado en (Guangorena et al., 2015) o a la mayoría de las profesiones y son relacionadas a la implementación de aptitudes, rasgos de personalidad, conocimiento y valores adquiridos, requeridos en varias áreas ocupacionales y son transferibles entre diferentes actividades dentro de un sector (Freire Seoane, Teijeiro Alvarez, & others, 2010). Puig (2001) mencionado en (Ruiz de Vargas, Jaraba Barrios, & Romero Santiago, 2005) dice que son invariantes, “al entorno social y productivo, al sector económico, al nivel del cargo o al tipo de actividad”, siendo así transferibles. Ruiz et ál (Ortiz et al., 2011) menciona que son comunes a organizaciones, entornos sociales, sectores económicos y ramas de actividad productiva, y son necesarias para ingresar y adaptarse a un ambiente laboral, independiente de aspectos como el dominio de elementos tecnológicos, conocimientos específicos o una función particular, por ejemplo, capacidad de trabajar de manera autónoma, capacidad pensar críticamente, y capacidad de trabajar en equipo.

En la literatura se puede citar como un referente internacional en la formación del ISC el reporte de la Association for Computing Machinery - ACM el cual presenta las directrices curriculares para los programas de pregrado en Ingeniería Informática. En este informe se citan las CG como habilidades complementarias, y resalta su importancia para satisfacer las necesidades de los empleadores, a su vez se debe tener en cuenta que para su formación debe existir un equilibrio con el plan de estudios básico. Estas habilidades son capacidad de comunicación verbal y escrita, trabajo en equipo, habilidades blandas (sociales o personales), la experiencia, el aprendizaje permanente (dado la naturaleza cambiante de la Ingeniería de Sistemas) y tener perspectivas comerciales (Association for Computing Machinery (ACM) & IEEE Computer Society, 2016).

3.3.3 Modelo de clasificación de CG

Para la definición de un modelo de clasificación de las CG, se realizó una revisión en la literatura en la que se identificaron los siguientes modelos:

Taxonomía de Bloom (1956) y versión revisada (2001)

Este modelo define los diferentes niveles secuenciales en los que un individuo se apropia del aprendizaje y que es utilizada para definir objetivos educativos (Córdova, 2010;

Olivera, 2011). Bloom construyó dicha taxonomía a partir del interés de formar a los individuos en el desarrollo de habilidades intelectuales o cognitivas, especialmente las de nivel superior.

Según Bloom y sus colaboradores, el aprendizaje se enmarca en tres dominios psicológicos: el cognitivo, el afectivo y el psicomotor.

- Dominio cognitivo: comprende el área intelectual y define un conjunto de habilidades intelectuales ordenadas mediante un criterio de nivel de complejidad creciente. Dichas habilidades son: comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. En la versión revisada estos sustantivos son reemplazados por los siguientes verbos: Recordar, entender, aplicar, analizar, evaluar y crear.
- Dominio psicomotriz: En este dominio se clasifican principalmente las destrezas. Estas son conductas que se realizan con precisión, exactitud, facilidad, economía de tiempo y esfuerzo (Olivera, 2011).
- Dominio afectivo: En el dominio afectivo se precisa el grado de interiorización de una actitud, valor o apreciación en la conducta del individuo.

En la versión revisada se establece una nueva dimensión para el tipo de conocimiento:

- Conocimiento factual: elementos básicos para conocer una disciplina o campo.
- Conocimiento conceptual: Como los elementos básicos se relacionan para formar una estructura mayor.
- Conocimiento procesal: Cómo hacer algo; el uso de habilidades, algoritmos, técnicas y métodos.
- Conocimiento metacognitivo: Conocimiento de la cognición en general así como conciencia y conocimiento de la propia cognición.

Modelo de Miller (1990)

Este modelo afirma que la competencia profesional está compuesta por conocimientos (el saber y el saber cómo) y comportamientos (el mostrar y el hacer) (Ortiz et al., 2011).

Modelo de competencias de Spencer y Spencer (1993)

Spencer y Spencer proponen la existencia de cinco tipos de competencias (Ortiz et al., 2011): la motivación, características físicas, el concepto propio, el conocimiento y la habilidad para desempeñar cierta tarea física o mental

Framework Modelo de Madurez (1993)

Este modelo define las competencias de los ISC y tiene dos dimensiones (Frank & Kasser, 2012). La dimensión vertical cubre tres áreas: el conocimiento y dominio de aplicación, las características cognitivas y los rasgos individuales.
La dimensión horizontal se basa en el nivel de capacidad del ISC para cubrir las tres áreas de la dimensión vertical.

Modelo de competencias de Bunk (1994)

Este modelo identifica la siguiente tipología (Rodríguez Esteban, 2012; Zingaretti et al., 2016): la competencia técnica (relacionada directamente con la organización y la ocupación), competencia metodológica (aplicación del procedimiento adecuado a nuevas tareas), competencia social (interactúa y colabora con otras personas) y competencia participativa.

Modelo de competencias DESECO (2000)

Este modelo define tres categorías para clasificar las competencias clave (Dominique Simone Rychen et al., 2002):

- Actuar autónomamente: Esta clase de competencias se enfocan sobre la autonomía relativa e identidad. Esto debe ser congruente con un sistema de valores que promueve la autonomía como una inspiración y como base para la identidad individual.
- Uso interactivo de herramientas: Esta clase de competencias permiten la interacción a través de herramientas físicas y socioculturales. La palabra herramienta tiene un amplio uso y abarca instrumentos que son relevantes para satisfacer muchas demandas cotidianas y profesionales importantes de la sociedad moderna.
- Interactuar en grupos socialmente heterogéneos: Estas competencias incluyen todas las que son relevantes para interactuar efectivamente con otras personas.

Modelo de competencias Puig (2001) - MEN

Este modelo referido desde el trabajo de Puig (2001) (Ruiz de Vargas et al., 2005) y adoptado por el MEN - Ministerio de Educación Nacional de Colombia, presenta una

clasificación para las competencias laborales genéricas: intelectuales, personales, interpersonales, organizacionales, tecnológicas y empresariales.

Modelo de competencias basado en el modelo de Roe (2003)

Este modelo integra las competencias académicas y las profesionales (De la Fuente Arias, Justicia Justicia, Casanova, & Trianes, 2005). Menciona que las competencias que son un saber hacer en la acción, son de carácter académico y profesional, y en cada una de ellas se incluyen los saberes (subcompetencias conceptuales), las habilidades (subcompetencias procedimientales) y las actitudes (subcompetencias actitudinales).
Además de las anteriores competencias el modelo también incluye capacidades, rasgos de personalidad y otras características.

Modelo de competencias JPL (2005)

Este modelo se refiere a los comportamientos y procesos personales para el ISC y enumera 5 grupos de comportamientos personales (Frank & Kasser, 2012; Jansma & Jones, 2006): Habilidades de liderazgo, Actitudes y atributos, Comunicación, Resolución de problemas y pensamiento sistémico, y Visión técnica.

Modelo de competencias CEST (2006 fecha de referencia más antigua)

Este modelo presenta una lista de competencias cognitivas relacionadas al pensamiento sistémico (Frank & Kasser, 2012). El resultado de este modelo consta de 35 competencias para los ISC exitosos y son agrupadas en 16 competencias cognitivas, 9 capacidades/habilidades (también relacionadas con las competencias cognitivas), 7 competencias de comportamiento y tres relacionadas al conocimiento y la experiencia.

Modelo de competencias CONFEDI (2006)

Este modelo define una lista de competencias propias del egresado de ingeniería organizadas en (Zingaretti et al., 2016): Competencias tecnológicas y competencias sociales, políticas y actitudinales.

Modelo de competencias Tuning (2007)

El proyecto Tuning define una lista de competencias genéricas y fue el primer en sistematizarlas para la enseñanza superior (Beneitone, 2007; Rodríguez Esteban, 2012;

Villarroel & Bruna, 2014). Estas se agruparon en tres grandes áreas de competencias que pueden ser revisadas en (Gordon et al., 2009):

- Instrumentales: Capacidades cognitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas. Son competencias que tienen una función instrumental y son necesarias para la comprensión, construcción, operación, y uso crítico en diferentes actividades profesionales (Freire Seoane et al., 2010).
- Interpersonales: Permiten el uso de habilidades comunicativas y críticas, y se dividen en individuales y sociales.
    - Individuales: capacidad de expresarse, habilidades críticas y de autocrítica.
    - Sociales: capacidad de trabajo en equipo, compromiso social o ético.
- Sistémicas: Permiten aproximarse a la realidad teniendo en cuenta la complejidad de relaciones entre hechos generalmente interconectados.

Modelo de competencias utilizado por el Instituto Nacional de las Cualificaciones español – INCUAL (Referenciado en 2007) (Rodríguez Esteban, 2012)

El INCUAL, presenta la siguiente clasificación como categorías de saberes así: Saber (conocimientos técnicos), saber-hacer (habilidades, procedimientos, destrezas y aptitudes), saber-estar (actitudes) y saber-ser (valores y creencias).

Modelo de competencias CDIO (2007)

El modelo CDIO define las competencias para la formación de ingenieros (Palma Lama et al., 2011), organizándolas en cuatro niveles:

- Conocimiento técnico y razonamiento crítico,
- Habilidades y atributos profesionales y personales,
- Habilidades interpersonales y
- CDIO (Nivel más alto: Concieve-design-implement-operate) Concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en el contexto empresarial y social.

Modelo de competencias IPMA (2009)

La International Project Management Association (IPMA) y la Asociación Española de Ingenieria de Proyectos (AEIPRO) a través del OCDP (Organismo Certificador de

Dirección de Proyectos), seleccionan las competencias para teoría de proyectos en tres ámbitos: técnicas, de comportamiento y contextual (Palma Lama et al., 2011).

- Técnicas: conocimientos técnicos para gestionar un proyecto.
- De comportamiento: referentes a la forma en que interactúan las partes involucradas en el proyecto.
- Contextual: Las competencias del contexto del proyecto que necesita un director de proyecto para negociar permanentemente y funcionar en una organización por proyectos.

Marco de competencias INCOSE UK SE (2010)

Este modelo define las competencias de la Ingeniería de Sistemas que son útiles para las empresas asociadas y son agrupadas en tres categorías (Frank, 2012; Kasser, Hitchins, Frank, & Zhao, 2013):

- Pensamiento sistémico: contiene los conceptos y habilidades relacionados con los sistemas, incluido el entorno empresarial y tecnológico.
- Vista del ciclo de vida holístico: contiene todas las habilidades asociadas al ciclo de vida de los sistemas desde la identificación de las necesidades, los requisitos hasta el funcionamiento y, en última instancia, la eliminación.
- Gestión de ingeniería de sistemas: trata con las habilidades de elegir el ciclo de vida apropiado y la planificación, monitoreo y el control de los procesos de la Ingeniería de Sistemas.

Modelo European Qualifications Framework (2010)

Este marco fue creado para apoyar la movilidad y aprendizaje permanente en Europa. En este modelo se presentan los niveles de referencia que los aprendices conocen, entienden y son capaces de hacer y que están clasificados en las siguientes categorías (Gordon et al., 2009):

- Conocimiento: Descrito como teórico y factual.
- Habilidades
    - Cognitivas: Involucran el uso del pensamiento lógico, intuitivo y creativo.
    - Prácticas: Involucra la destreza manual y el uso de métodos, materiales, herramientas e instrumentos.

- Competencia: Presenta los niveles de referencia en términos de responsabilidad y autonomía en el trabajo o en el estudio.

Modelo de Young y Chapman (2010)

Este modelo es construido a partir de frameworks revisados en la literatura mostrando 58 CG (Strijbos, Engels, & Struyven, 2015) agrupadas en los siguientes clústeres.

- Habilidades básicas: competencias básicas como la alfabetización, la matemática y el uso de la tecnología son necesarias para el éxito en el lugar de trabajo y la vida en general.
- Habilidades conceptuales: capacidades en contextos especializados, impredecibles y complejos para seleccionar y aplicar de manera consistente métodos, herramientas y recursos, con resultados correctos, orientados a objetivos y basados en la evidencia. En este clúster se encuentran las competencias procesamiento de información, habilidades de pensamiento, resolución de problemas y creatividad.
- Habilidades personales: capacidades en contextos especializados, impredecibles y complejos para reflexionar a fondo y (auto) críticamente los procesos y resultados en curso, vigilar y redirigir activamente e intencionalmente los procesos y resultados intermedios, y desafiarse a sí mismo. Las competencias enmarcadas en este clúster son reflexión crítica, responsabilidad social y aprendizaje a lo largo de la vida.
- Habilidades relacionadas a las personas: capacidades en contextos especializados, impredecibles y complejos para seleccionar métodos o técnicas apropiadas con respecto a la administración del tiempo, manejo y formato de contenido; aplicar métodos y técnicas correctamente y consistentemente, y actuar proactivamente y mostrar iniciativa. Las capacidades en este clúster incluyen comunicación, trabajo en equipo y liderazgo.
- Habilidades de negocio
- Otras

Modelo de competencias de Goller (2011)

El documento citado presenta tres categorías para las competencias de innovación (Heinis, Goller, & Meboldt, 2016):

- Competencias metodológicas (pe. Poder usar técnicas de decisión para decisiones compartidas en un equipo)
- Competencias sociales (pe. Cooperación con otros miembros del equipo y Ser capaz de construir y mantener la cohesión del equipo)
- Competencias personales (pe. Conciencia de la dinámica del equipo para poder tratar los procesos del equipo y dirigirlos)

Modelo de competencias SECCM (2017)

Este modelo define un conjunto de 44 competencias para los ISC clasificándolas en las categorías gestión técnica, visión para los negocios, analíticas y profesionales (Whitcomb, Khan, & Giachetti, 2017).

Modelo de competencias Mekovec y otros (2018)

Este modelo presenta una categorización de CG por los factores (Mekovec et al., 2018):

- Habilidades de interacción: Están relacionadas principalmente con el trabajo en equipo e incluyen la interacción con otras personas.
- Habilidades personales: Reflejan características y habilidades personales.
- Resolución de problemas y habilidades creativas: Estas reflejan habilidades altamente deseables para la demanda laboral del siglo 21 y están relacionadas a nuevas situaciones tales como la resolución de problemas y la creatividad.
- Habilidades de conocimiento: Se relacionan al conocimiento y su aplicación en situaciones prácticas.

De acuerdo al autor sus resultados están acorde con las tendencias en donde se dispone de un especial énfasis sobre las habilidades relacionadas con la resolución de problemas conectadas con el pensamiento crítico y la creatividad.

Comparación modelo de Roe y proyecto Tuning

La primera categoría del modelo Roe son las competencias conceptuales que corresponden al conocimiento factual y de acuerdo a la taxonomía revisada de Bloom el conocimiento factual se refiere a los conocimientos básicos para conocer una disciplina o campo, sin embargo también afirma que por medio de los procesos cognitivos es que se adquiere el conocimiento. Para Barreira y otros (Barreira Arias, Sobrado Fernández, &

Ocampo Gómez, 2005) las competencias profesionales del ámbito conceptual corresponden al conocimiento y en la taxonomía de Bloom revisada hay cuatro clases de conocimiento: el factual, el conceptual, el procesal y el metacognitivo, de tal manera que estas competencias determinan el conocimiento base de las competencias instrumentales o procedimentales.

Competencias instrumentales y procedimientales: El proyecto Tuning las asocia en el mismo concepto (saber hacer) (Montero Curiel, 2010). Sin embargo la definición del proyecto Tuning difiere respecto al modelo de Roe resaltando que las competencias instrumentales tienen una función instrumental. En las capacidades cognitivas el instrumento se refiere al uso de ideas y pensamientos, en las metodológicas el instrumento permite interactuar con el ambiente, en las lingüísticas al uso de la comunicación oral y escrita, a las tecnológicas al uso de la tecnología. De acuerdo a Roe los procedimientos pueden están definidos a partir de las diferentes dimensiones del ser humano (personal, social, físico-motriz y cognitivo-lingüístico).

Comparando las subcategorías de las competencias instrumentales y procedimentales se obtiene la primera similitud entre los dos modelos, en el modelo Roe la subcategoría “saber hacer Cognitivo-lingüístico” esta es dividida en el proyecto Tuning en competencias cognitivas y competencias lingüísticas. Sin embargo para las demás subcategorías se observan diferencias. En el proyecto Tuning se diferencian las competencias metodológicas y tecnológicas, las primeras se refieren a la gestión del entorno y las tecnológicas al uso de la tecnología. De acuerdo a Bunk la competencia metodológica se refiere a saber aplicar el procedimiento adecuado a tareas adecuadas y a situaciones inciertas que se presenten y que transfiere las experiencias adquiridas a otros problemas de trabajo. Por otro lado en el modelo de Puig se definen las competencias tecnológicas como la capacidad para transformar e innovar elementos tangibles del entorno (procesos, procedimientos, métodos y aparatos) para encontrar soluciones prácticas. De acuerdo a estas dos definiciones las competencias tecnológicas y las metodológicas están ligadas. Sin embargo en el proyecto DeSeCo («The definition and selection of key competencies - Executive Summary», 2005) se muestra que la competencia tecnológica pertenece a la categoría “uso interactivo de herramientas” lo cual es concordante con el proyecto Tuning y la define como la capacidad de usar interactivamente la tecnología teniendo en cuenta que al estar en constante evolución

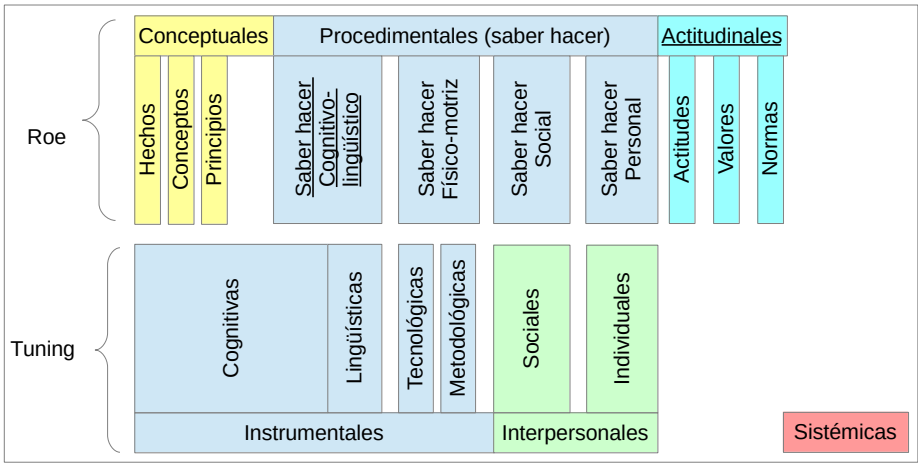
impone nuevas demandas a las personas dentro y fuera del lugar de trabajo. Finalmente se puede concluir que si hay una distinción y que la tecnología impacta en la competencia metodológica porque transforma los procesos, procedimientos, métodos y aparatos. La subcategoría de Roe más cercana a estas dos tipos de competencia es el "saber hacer físico-motriz".

Para las subcategorías restantes de las competencias procedimentales de Roe no se puede hacer una correspondencia directa con las instrumentales de Tuning, sino que las competencias "saber hacer social" y "saber hacer personal" son afines a las competencias interpersonales (saber interactuar con los demás) de Tuning. En las competencias interpersonales de Tuning se encuentra la subcategoría individuales que es la capacidad de expresar sentimientos, habilidades críticas y autocríticas, la cual se puede equiparar con el "saber hacer personal", las cuales son diferentes a las actitudinales (saber ser y saber estar) de acuerdo a estas definiciones.

Y la definición de las competencias sistémicas es similar a la de pensamiento sistémico del marco de competencias INCOSE UK SE y según el modelo de madurez, estas hacen parte de las características cognitivas.

En siguiente figura se puede observar la comparación gráfica de los dos modelos en forma vertical, de tal manera que hay similitud entre las competencias alineadas verticalmente.

Figura 3-2: Comparación de categorías Modelo Roe y Proyecto Tuning.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Modelos INCUAL, CEST, Madurez y Bloom

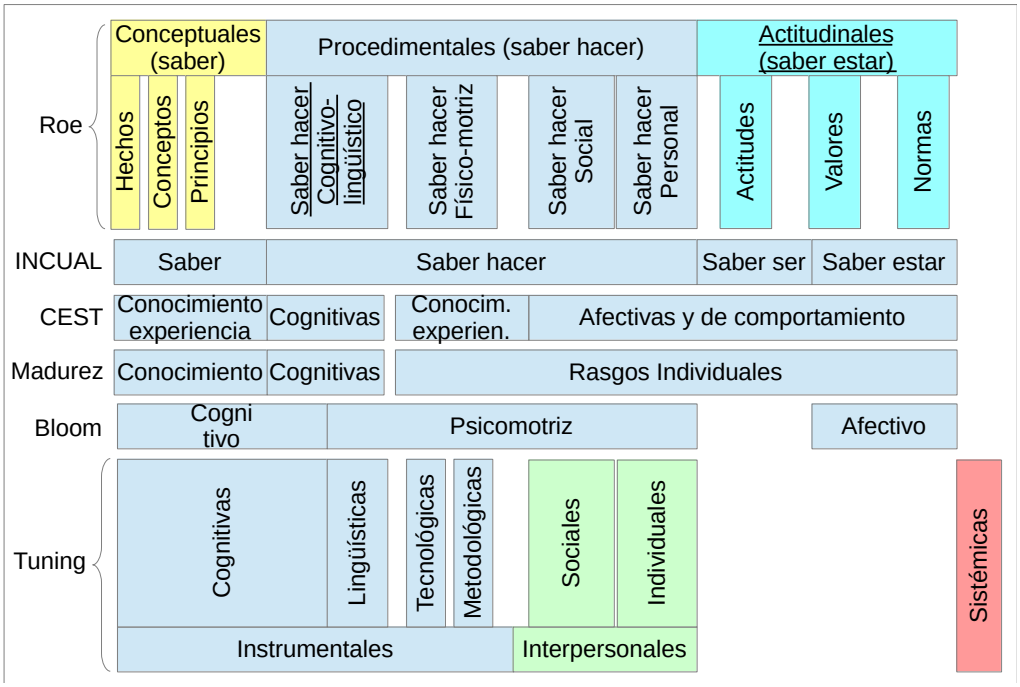
La incorporación del modelo INCUAL es muy sencilla ya que tiene como categoría adicional a las del modelo de Roe el “saber ser”. En el modelo CEST las competencias cognitivas son mapeadas directamente, las de conocimiento y experiencia de acuerdo a las definiciones ya revisadas corresponden a las conceptuales de Roe y a las tecnológicas y metodológicas de Tuning. Y las competencias de comportamiento de acuerdo al modelo de Miller corresponden al mostrar y al hacer. Además el modelo OCDP define que los elementos de competencia de comportamiento son relevantes para la forma en que interactúan las partes involucradas en un proyecto, así corresponden a las interpersonales.

En el modelo de Madurez las competencias conocimiento y cognitivas son directamente relacionadas a las conceptuales y las cognitivas, mientras que los rasgos individuales, que son capacidad de comunicarse, trabajar, liderar e influenciar a otras personas, pueden corresponder a las capacidades tecnológicas, metodológicas, interpersonales, al saber ser y a las actitudinales.

En el modelo Bloom el dominio cognitivo se asocia fácilmente. El dominio psicomotriz corresponde a las destrezas de tal manera que se pueden asociar a las competencias procedimentales de Roe. Y el afectivo se asocia a las actitudes.

Incorporando estos modelos el diagrama queda como se presenta en la siguiente figura:

Figura 3-3: Comparación de categorías Modelos Roe, Tuning, INCUAL, CEST, Madurez y Bloom.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Modelos JPL, Young y Chapman, DeSeCo, Bunk, Puig y Mekovec

El modelo JPL presenta una clasificación de categorías enfocadas a los ISC, sin embargo se puede mapear de manera directa la visión técnica con las competencias conceptuales, pero entendiendo que aunque es específica para la ingeniería de sistemas pude aplicar a competencias técnicas transversales. La comunicación está asociada a las competencias sociales y lingüísticas, el liderazgo a las competencias sociales, y las actitudes y atributos se asocian al saber ser y saber estar. La resolución de problemas de acuerdo a Kaiser está relacionada con la competencia metodológica y finalmente el pensamiento sistémico con la competencia sistémica.

En el modelo Young y Chapman las competencias conceptuales se relacionan con las conceptuales de Roe y las cognitivas, tecnológicas y metodológicas de Tuning. Las competencias a las personas se asocian a las competencias interpersonales y específicamente a las sociales. Las competencias personales son afines a las individuales de Tuning y las actitudinales de Roe. Y las competencias de negocio, que aparecen en el modelo Puig como empresariales, están estrechamente relacionadas con

las competencias interpersonales y las competencias sistémicas, esto último de acuerdo al modelo INCOSE UK SE.

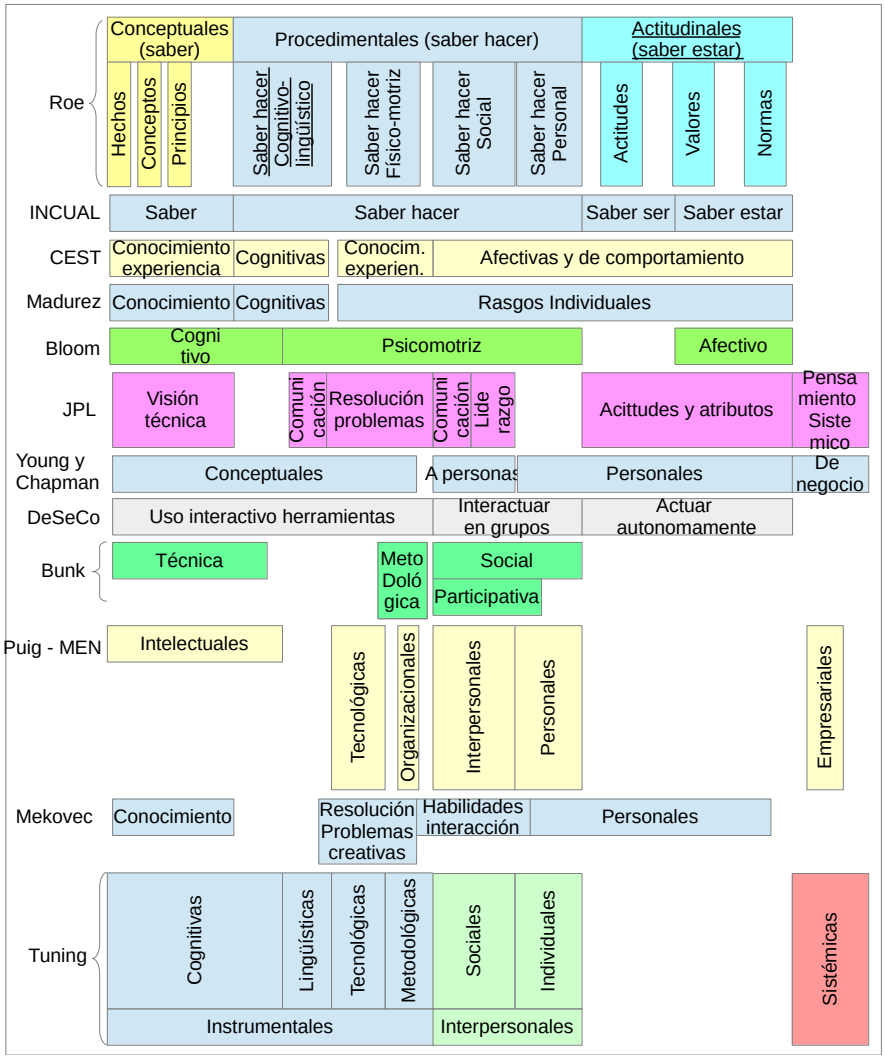
El modelo Puig define las competencias personales independiente de las interpersonales y son equiparables con las competencias individuales de Tuning. Las competencias intelectuales por su definición corresponden a las cognitivas. Las habilidades tecnológicas se asocian a las tecnológicas de Tuning y aparecen dos nuevas categorías: las organizacionales y las empresariales. Las competencias organizacionales tienen definiciones ambiguas; según Young y Chapman se encuentran entre las competencias conceptuales, en cambio (The Joint Task Force on Computing Curricula (Association for Computing Machinery IEEE-Computer Society), 2013) las habilidades organizacionales se refieren a la organización personal, sin embargo, de acuerdo a la definición de Puig esta competencia se encuentra entre las competencias instrumentales de Tuning (Freire Seoane et al., 2010) y en las competencias metodológicas. En cuanto a las competencias empresariales de acuerdo con INCOSE, estas pertenecen al pensamiento sistémico viendo la empresa como sistema.

El proyecto DeSeCo tiene una gran similitud con el proyecto Tuning. Las competencias uso interactivo de herramientas e interactuar en grupos socialmente heterogéneos se asocian a las competencias instrumentales e interpersonales respectivamente. Y la categoría de competencias actuar autónomamente se relacionan con saber ser y saber estar del modelo INCUAL.

En el modelo de Bunk define la competencia técnica como el conocimiento, destrezas y experiencia directamente relacionados con la organización y la ocupación, es decir que son competencias específicas y no genéricas. Esta competencia se asocia a las de conocimiento y experiencia del modelo CEST. La competencia metodológica se asocia a la metodológica de Tuning. Y las competencias social y participativa son competencias interpersonales.

El modelo Mekovec presenta las habilidades de interacción, personales y de conocimiento, las cuales se asocian a las interpersonales, personales y intelectuales de Puig respectivamente, y la resolución de problemas y la creatividad hacen parte de las intelectuales de Puig, o a las metodológicas de Tuning y a las conceptuales de Young y Chapman.

Figura 3-4: Comparación de categorías Modelos Roe, Tuning, INCUAL, CEST, Madurez, Bloom, JPL, Young y Chapman, DeSeCo, Bunk, Puig-MEN, Mekovec y Tuning.

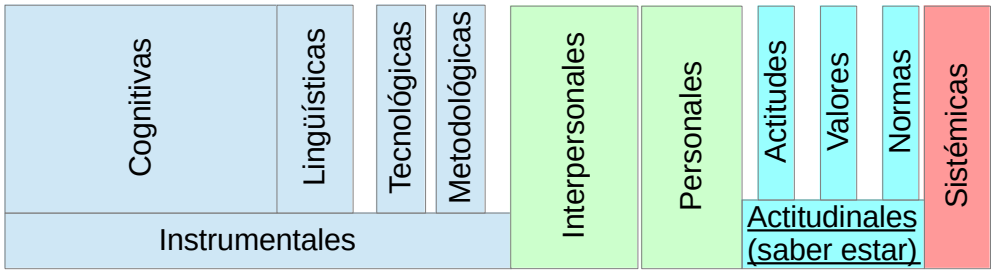


Nombre de la fuente: Construcción propia

Categorías propuestas para esta investigación

De acuerdo al anterior diagrama y para cubrir todas las posibles dimensiones de competencias, en este trabajo se propone basarse primero que todo en el principal referente de las CG que es el proyecto Tuning. Para complementar sus categorías se utiliza del modelo Roe las competencias conceptuales y las competencias actitudinales. De acuerdo a que el "saber ser" corresponde a las actitudes y valores, esta pertenece a las competencias actitudinales. Y las competencias empresariales quedarían en la categoría sistémicas de acuerdo a otros estudios.

Figura 3-5: Categorías de competencias propuestas.



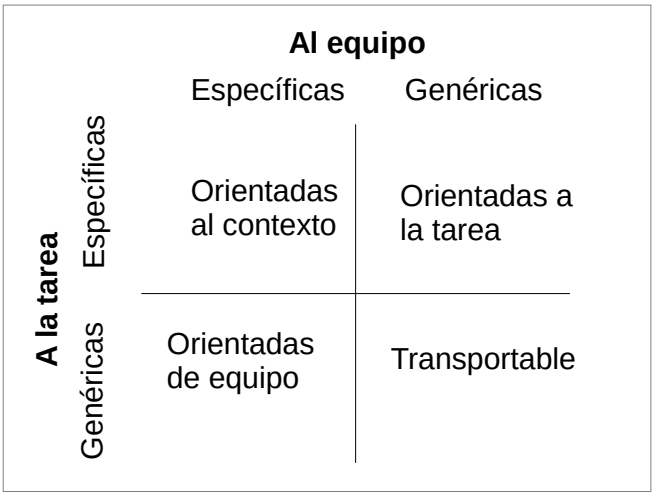
Nombre de la fuente: Construcción propia

Criterios de conceptualización de las CG

La definición de criterios de conceptualización de las CG permitirá entender los límites conceptuales que permiten determinar si una competencia puede ser entendida como una competencia genérica.

En el modelo de Bunk se hace una distinción entre habilidades, conocimientos y destrezas relacionadas con el lugar de trabajo y aquellas referidas a la interacción del individuo, que son conceptos nombrados por Cannon-Bower como orientadas a la tarea y orientadas al equipo, y que a su vez crea un modelo en dos dimensiones incluyendo como segunda dimensión la naturaleza de las competencias específicas y genéricas. En la figura 4 se puede observar de manera gráfica estas relaciones.

Figura 3-6: Competencias de Cannon-Bower orientadas a la tarea y al equipo.



Nombre de la fuente: Construcción propia

De acuerdo al gráfico las CG para que apliquen a diferentes profesiones y a diferentes equipos de trabajo y organizaciones, corresponden al cuadrante llamado “Transportable”. A partir del anterior análisis, y realizando una asimilación de los criterios de Rychen y Salganik originalmente aplicados a las competencias clave, se puede enunciar que una competencia es genérica si cumple los siguientes criterios:

- Es necesaria para ingresar y adaptarse a un ambiente laboral.
- Es transversal diferentes profesiones o rama profesional y no son técnicas o específicas a la profesión.
- Es transversal a diferentes equipos de trabajo, organizaciones, entornos sociales.
- Se caracteriza por su carácter complejo, competitivo y cambiante.
- Es multifuncional. El concepto de competencia genérica se invoca únicamente para designar una competencia que se necesita para cumplir con una gama de diferentes e importantes exigencias de la vida profesional, es decir, diferentes tareas, funciones o demandas laborales.
- Es multidimensional, pues considera dimensiones perceptivas, normativas, cooperativas y conceptuales, entre otras.

3.4 Definición del contexto

De acuerdo al framework DeSeCo, la definición de las CG es determinado por el contexto en el que se enmarca el objeto de estudio, por lo tanto es necesario determinar cómo se puede definir el contexto del ISC en los aspectos laboral, social, económico y personal. Tal y como se menciona en el estudio en el que se basa este trabajo, dicho estudio se basó en identificar las competencias del ingeniero necesarias para su trabajo de manera individual, y por lo tanto las competencias que se identifiquen diferirán entre puestos de trabajo (S. A. Male, Bush, & Chapman, 2011a).

Tal como es descrito en (Dominique Simone Rychen et al., 2002) sobre la medida en que el contexto influye en la identificación y selección de las competencias clave se menciona dos dimensiones: la fundamental y la metodológica. En la primera se revisa hasta qué punto se pueden definir las competencias clave sin relacionarlas con los conocimientos y habilidades en campos sociales concretos y sin llegar a tener una lista extremadamente genérica.

En lo que respecta al contexto laboral este se puede caracterizar por funciones desempeñadas, tipo de empresa, aplicación de competencias, tipo de contratación y la estabilidad laboral (Parra Castrillón & Londoño Giraldo, 2007). Igualmente en el aspecto personal la caracterización de las condiciones sociales y familares se dan por sus condiciones de vida, su impacto y su realización (Parra Castrillón & Londoño Giraldo, 2007).

Los referentes para esta definición se puede citar el Libro Blanco de la Ingeniería de Software en América Latina (Serna M., Edgar, 2013) basado en SWEBOK y ACM, y el Libro Azul (Juan Fuente Aquilino A. et al., 2005) el cual es una alternativa y complemento al libro blanco, Caracterización De la Brecha de Talento Digital en Colombia (MinTIC & FEDESOFT, 2015a) y Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC 2017 – 2022 (Ángela Carrillo et al., 2016).

De esta manera la definición del contexto laboral que se ha seleccionado para el ISC corresponde a las siguientes variables:

- Nivel ocupacional
- Cargo
- Nivel del cargo
- Sectores de aplicación de la profesión

- Especialidades correspondientes a la aplicación
- Años de experiencia
- Tamaño de la empresa
- Tipo de vinculación
- Salario

En el plano académico se revisan las siguientes variables:

- Año de grado como ISC
- Último nivel de estudios

Y en el plano personal se revisa la variable género.

A continuación se detallan estas variables.

3.4.1 Nivel ocupacional

Talento humano dedicado a los niveles estratégico, táctico y operativo (MinTIC & FEDESOFT, 2015b).

3.4.2 Cargo

Los cargos, de acuerdo a (MinTIC & FEDESOFT, 2015b), están relacionados con el área de operaciones, servicio al cliente y comercial, y fueron recopilados y estandarizados por FEDESOFT, y que aplican a las empresas del sector de Software y TI de Colombia.

Tabla 3-1: Cargos empresas del sector de Software y TI

Cargo
Gerente de operaciones
Gerente de desarrollo
Arquitecto de software
Líder de desarrollo
Líder de calidad
Ingeniero de desarrollo
Administrador de la configuración
Analista especificador / Funcional / Negocio
Administrador de base de datos
Analista de pruebas
Gerente servicio al cliente
Director de proyecto
Coordinador de proyecto
Líder / Consultor funcional
Ingeniero de servicios / Soporte
Analista de servicio / Soporte

Gerente comercial
Director Comercial
Gerente de zona/Regional
Gerente de Producto
Investigador
Docente

3.4.3 Nivel del Cargo

La mayoría de los cargos seleccionados por FEDESOFT tienen los siguientes niveles del cargo:

Tabla 3-2: Niveles del cargo

Nivel del cargo
Senior
Estándar
Junior

3.4.4 Sectores económicos

Los sectores económicos fueron tomados de Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Ángela Carrillo et al., 2016) que corresponden a los sectores a los cuales las empresas TIC ofrecen sus servicios.

Tabla 3-3: Sectores

Sector
Gobierno
Financiero
Seguros
Logística y Transporte
Comercio
Solidario
Agroindustria
Salud
Turismo
Construcción
Entretenimiento
Inmobiliario
Manufactura
Hidrocarburos-Minería
Educación
Energía
Telecomunicaciones

Servicios Públicos
Software
Autopartes

3.4.5 Especialidades

Las especialidades corresponden a las habilidades duras relacionadas en el informe de Caracterización De la Brecha de Talento Digital en Colombia.

Tabla 3-4: Especialidades

Especialidad
Arquitectura de software Arquitectura de software
Diseño/desarrollo de software
Gestión y seguridad de la información
Gerencia de proyectos de software
Análisis y diseño de redes de datos
Calidad de software
Desarrollo de sistemas web
Desarrollo de aplicaciones móviles
Adaptación de nuevas tecnologías
Integración de sistemas
Investigación y desarrollo
Analista de información
Estructuras y estándares de programación
Manejo de bases de datos e información geográfica
Gestión de la información
Seguridad de la información
Tecnologías emergentes
Programación
Ingeniería de software
Redes y comunicaciones
Integración de plataformas
Manejo de ambientes y plataformas estándar
Gestión de la innovación
Big data, analytics, business analytics
Aplicaciones para la industria
Servicios TI a la medida
Adopción de metodologías técnicas y estándares

3.4.6 Años de experiencia

Para esta variable se seleccionaron los siguientes rangos:

Tabla 3-5: Años de experiencia

Años de experiencia
1 a 5 años
5 a 10 años
10 a 15 años
15 años o más

3.4.7 Tamaño de la empresa

Esta variable representa el tamaño de la empresa a partir del número de empleados (MinTIC & FEDESOFT, 2015a).

Tabla 3-6: Tamaño de la empresa

Tamaño de la empresa
1 a 10 empleados
11 a 50 empleados
51 a 200 empleados
Más de 200 empleados

3.4.8 Tipo de vinculación

Esta variable permite definir el tipo de contrato que como empleado tiene el ISC (MinTIC & FEDESOFT, 2015b). Adicionalmente se incluyen dos valores que son: los ISC que trabajan como independientes y los que están liderando su empresa.

Tabla 3-7: Tipo de vinculación

Tipo de vinculación
A término indefinido
A término fijo
Por prestación de servicios
Independiente
Emprendedor

3.4.9 Salario

La definición de la variable salario que se seleccionó fue:

Tabla 3-8: Salario

Salario

0 a 4 millones
4 a 8 millones
Más de 8 millones

3.4.10 Año de grado

El año de grado está relacionado con la experiencia. Para esta tesis es fundamental para verificar que el ISC es apto para las restricciones de este estudio.

3.4.11 Último nivel de estudios

Esta variable se basa en los estudios de pregrado que puede aplicar el ISC y se incluye el nivel Profesional para quienes no han realizado algún estudio de posgrado.

Tabla 3-9: Último nivel de estudios

Último nivel de estudios
Profesional
Especializado
Maestría
Doctorado
Posdoctorado

.

4. Metodología

Para la consolidación de la base de datos de egresados se procederá a diseñar una encuesta para conocer su contexto laboral. (Objetivo 1)

La metodología que se usará en el trabajo de tesis propuesto se basará en el estudio de CG que fue aplicado a ingenieros en Australia (S. A. Male, Bush, & Chapman, 2011b), el cual es consistente con el framework DeSeCo acreditado por la Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (D. S. Rychen & Salganik, 2002), y que aunque define un proceso para la identificación y selección de competencias clave y su relación con el entorno social y económico, este es adaptado para las CG. (Objetivo 2)

Finalmente se realiza un análisis comparativo de los resultados del estudio con otros estudios internacionales. (Objetivo 3)

4.1 Estudio de las CG requeridas por los Ingenieros en Australia

Este estudio se basa en el proyecto DeSeCo, que originalmente es aplicado a las competencias clave, para aplicarlo a las competencia genéricas (S. A. Male et al., 2011a). Presenta un grupo de 64 competencias identificadas con base en la literatura a las cuales se les aplicó un análisis factorial para reducir el número de elementos y así poder ser un instrumento útil y práctico para la evaluación del programa de Ingeniería. Además teniendo en cuenta que según el proyecto DeSeCo establecía que las competencias no existen en forma aislada sino como “constelaciones” de competencias interdependientes, el análisis factorial realizado se basó en rotaciones oblicuas, en lugar de rotación ortogonal. De esta manera el análisis estableció 11 factores y 49 competencias con pesos factoriales superiores a 0.4. Finalmente para cada factor se calculó su importancia como la media de las calificaciones promedio de importancia para los ítems que reflejaron el factor.

4.2 Análisis factorial

El análisis factorial es un método estadístico para reducir datos en factores que son variables que no existen pero que permiten agrupar los datos (Costello & Osborne, 2005; Williams, Onsman, & Brown, 2010). En el artículo citado se discuten las mejores prácticas para el uso de este método estadístico resumiéndose en lo siguiente:

- Sugiere usar el método análisis factorial sobre el método análisis de componentes principales (PCA - principal components analysis). Sin embargo según Thompson las diferencias prácticas entre los dos son a menudo insignificantes, en particular cuando las variables tienen una alta confiabilidad, o donde hay 30 o más variables (Williams et al., 2010), por lo que Pett et al. (2003) sugiere el uso del PCA previo al EFA.
- Si los datos son relativamente distribuidos normalmente se recomienda usar el método de extracción “maximum likelihood” nombrado así en el software SPSS.
- Si los datos no cumplen los criterios de normalidad, se deben tener en cuenta una muestra aleatoria e independiente, y en este caso no se recomienda el método de extracción “maximum likelihood” ya que pude comprometer los datos.
- Si la suposición de normalidad es “severamente violada” se recomienda uno de los métodos de factor principal como “principal axis factors” nombrado así en el software SPSS.
- Para decidir el número de factores se recomienda el uso de la prueba “scree” que implica examinar la gráfica de valores propios, y en dicha curva se busca el punto de ruptura en el que esta se aplana (se dibuja una línea recta entre los puntos con valores propios más pequeños). El número de datos por encima del punto de ruptura corresponde al número de factores.
- Validez de la muestra: se recomienda el test de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) con la Medida de adecuación de la muestra. El índice KMO tiene un rango de 0 a 1 con .5 considerado adecuado para el análisis factorial. También está el test de esfericidad de Bartlett (Rossoni, Engelbert, & Bellegard, 2016) que debería ser significativo ($p<.05$) para que el análisis factorial sea conveniente.
- El método de rotación no impacta significativamente, sin embargo la selección principal depende de la suposición de que los factores estén o no correlacionados. Los métodos varimax, quartimax y equamax son métodos ortogonales mientras que direct oblimin, quartimin y promax son oblícuos.

- Para comprobar el mejor ajuste de datos, después de cada rotación, se debe revisar la tabla de cargas, de tal manera que la estructura de factores que mejor se ajusta corresponde a cargas de pregunta por encima de .32, sin o con pocas cargas cruzadas (Costello & Osborne, 2005) (cuando un caso tiene como carga .32 en dos o más factores, a menos que exista una carga fuerte por encima de .5 en uno de los factores), y sin factores con menos de tres preguntas. Cuando aparecen estos factores "problemáticos" el investigador puede tomar la decisión de apartarlos del análisis pero sin comprometer los datos.
- En cuanto al tamaño de la muestra se sugiere manejar un radio caso-pregunta, cuyo valor más utilizado en la literatura identificada por el autor es de 2:1 hasta 5:1. Sin embargo reglas estrictas de tamaño de la muestra tienden a desaparecer ya que estudios han revelado adecuados tamaños de muestra son determinados por la naturaleza de los datos. En general entre más fuertes son los datos menor es la muestra necesaria. "Datos fuertes" en el análisis de factores significa altas comunalidades (coeficientes de correlación entre variables del mismo factor), sin cargas cruzadas, y varias variables fuertemente cargadas por cada factor. Aunque se recomiendan tamaños de muestra de 100 como pobre, 200 como ajustada, 300 como buena, 500 como muy buena y 1000 como excelente, hay estudios que apuntan incluso 50 casos pueden ser adecuados para un análisis de factores (Williams et al., 2010).
- Si alguno de los siguientes problemas es dado, una muestra más grande puede resolverlo:
    - Las comunalidades de los ítems se consideran altas si son de .8 o más. Sin embargo en la práctica se aceptan comunalidades entre .40 y .70. Si un ítem tiene una comunalidad menor a .4 pude o no estar relacionado a otros ítems o sugiere explorar un factor adicional. En este caso el investigador debe revisar por qué fue incluido este ítem en los datos y tomar la decisión de excluirlo o de incluir ítems similares en futuras investigaciones.
    - La carga mínima de los ítems es de .32. Entonces un ítem con carga cruzada es un ítem que presenta cargas de .32 o más en dos o más factores. El investigador necesita decidir si los ítems con cargas cruzadas

deberían ser excluidos del análisis, solo si estos corresponden a una minoría.

  - Un factor con menos de tres ítems es generalmente débil e inestable; con 5 o más ítems con cargas fuertes (cargas de .50 o mayores) son deseables e indican un factor sólido.

- La interpretación es subjetiva. El investigador debe revisar entre las variables que componen un factor para etiquetarlo de acuerdo a sus relación conceptual.

4.3 Actividades

Para el desarrollo de la investigación propuesta se identificaron las siguientes fases:

1. Fase 1: Trabajo preparatorio (O1,2).
2. Fase 2: Diseño y aplicación del cuestionario (O2,3).
3. Fase 3: Análisis de datos (O3).

A continuación se detallan las fases:

1. Fase 1: Trabajo preparatorio (O1,2,3)

En esta fase se realizará la revisión de la literatura relevante así como del método seleccionado con el fin de afinar el estado del arte. Y se realizará la identificación del contexto laboral de los egresados lo cual es indicado por el framework DeSeCo. Esta consolidación se hace a partir de la facilidad de comunicación que va a proveer la Asociación de Ingenieros de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia (AISUN).

Mediante una revisión de literatura internacional y nacional sobre la ingeniería y la alta educación se identifica una lista potencial de CG para los ISC, la cual será perfeccionada a partir de una encuesta.

De acuerdo a lo anterior las actividades son:

- Revisar literatura relevante. O1,2,3
- Revisar el framework DeSeCo. O2,3
- Identificar lista de CG. O2
- Esquema de calificación de las competencias. O2
- Diseño de encuesta inicial: para consolidar la base de datos y perfeccionamiento de las CG. O1,2

- Aplicación de encuesta inicial: para consolidar la base de datos y perfeccionamiento de las CG. O1,2
- Perfeccionamiento de las CG. O2
- Identificar el contexto laboral de los encuestados. O1

2. Fase 2: Diseño y aplicación del cuestionario (O2,3)

Para el diseño del cuestionario se tendrá en cuenta el Framework DeSeCo el cual, permite tener un marco de referencia teórico y aceptado para la definición e identificación de competencias las cuales deben estar interrelacionadas y dependen del contexto. Este marco puede ser aplicado a competencias requeridas para ingenieros tal como se menciona en (S. A. Male et al., 2011b).

Una vez diseñado el cuestionario se procede a implementarlo en papel y en versión en línea.

La aplicación del cuestionario se realizará para la muestra definida de los ISC de la UNC egresados del 2000 al 2010. La muestra definida corresponde a las estadísticas recibidas por parte de AISUN. Los ISC egresados de pregrado para los años 2000 al 2010 que tiene esta asociación son de 1268.

De acuerdo a lo anterior las actividades son:

- Diseño de la encuesta DeSeCo. O2
- Implementación de la encuesta DeSeCo en papel y en línea. O2
- Aplicación de la encuesta al público objetivo. O2

3. Fase 3: Análisis de datos (O2,3)

Finalmente se realiza un análisis de las interrelaciones entre las CG identificadas y sus relaciones con el contexto laboral del ISC de la UNC egresado del 2000 al 2010.

Las actividades identificadas son:

- Análisis estadístico de la muestra. O3
- Identificación de las competencias clave. O2,3
- Análisis de las interrelaciones entre las CG identificadas. O3

- Análisis de las relaciones entre las CG identificadas con el contexto laboral del ISC de la UNC egresado del 2000 al 2010. O3

Actividades Metodología DeSeCo

Las actividades a desarrollar de acuerdo con la metodología DeSeCo, las cuales están relacionadas en cada fase, se describen a continuación.

Tabla 4-1: Actividades Metodología DeSeCo.

Actividad	Descripción	Fase
Identificación de competencias	Las competencias son identificadas a partir de literatura sobre educación superior y educación en ingeniería.	1
Perfeccionamiento de las competencias	Las competencias son perfeccionadas para ser claras y concisas, por ejemplo por medio de verbos como se menciona en (S. A. Male et al., 2011a)	1
Implementación de la encuesta	La implementación del cuestionario debe seguir un orden por ejemplo, hacer primero las preguntas de comportamiento específicas y luego las generales proporcionando referencias concretas, tal como es mencionado en (Male et al., 2011a). Este cuestionario puede ser en línea o en físico de acuerdo a la necesidad.	2
Análisis de la muestra	Se realiza un análisis de la muestra que finalmente ha contestado el cuestionario	3
Análisis de datos e identificación de las competencias clave de los encuestados	Se realiza un análisis estadístico descriptivo y un análisis correlacionado de competencias más importantes	3

.

5. Desarrollo del estudio y análisis

En esta sección se evidencia la consecución de las actividades relacionadas en la metodología y especialmente se muestra los resultados de la investigación.

5.1 Desarrollo del estudio

5.1.1 Revisión de literatura relevante

Esta actividad se desarrolló revisando en las base de datos vinculadas a la UNC en particular las siguientes:

- Scielo
- Science Direct
- IEEE Xplore
- Academic Search Complete
- FreeFullPDF
- REDALYC
- Project Muse
- REDIB

Además se utilizó la herramienta de búsqueda Google Scholar que permite ubicar artículos en las mismas bases de datos y en otras, claro está que teniendo en cuidado de la pertinencia de los artículos encontrados.

Para la organización de la información se utilizó Zotero, además que permitió la inclusión de las citas bibliográficas de manera sencilla al documento de tesis. A medida que se detectaba un artículo pertinente se fue creando una bitácora que es un documento en el que se consignan los textos relevantes y las palabras clave utilizadas para encontrarlo.

Posteriormente se realizó un proceso para el uso de herramientas que permiten el manejo de un corpus de documentos, de tal manera que permita una facilidad en la ubicación de textos de interés. Herramientas que se usaron fueron: Pdfilla (para la

conversión de pdf a txt), Cp Converter (para cambiar la codificación de los archivos), Carrot2 (para análisis de clusters de información), AntCont (herramienta de concordancia de texto que permite, a través de un conjunto de documentos, denominado corpus, realizar búsquedas, ordenamiento por palabras cercanas, búsquedas de cercanías de palabras).

Finalmente se recopilaron 252 artículos

Figura 5-1: Bibliografía por año.

Nombre de la fuente: Construcción propia

5.1.2 Proceso de identificación y refinamiento de las CG

Para la revisión de la literatura relacionada con las CG de los ISC, se tuvo en cuenta que por definición las CG son transversales a diferentes profesiones, por lo que la búsqueda incluyó estudios tanto específicos para los ISC como para otras profesiones. Finalmente el conjunto resultante se le denomina “Competencias genéricas seleccionadas” (CGS).

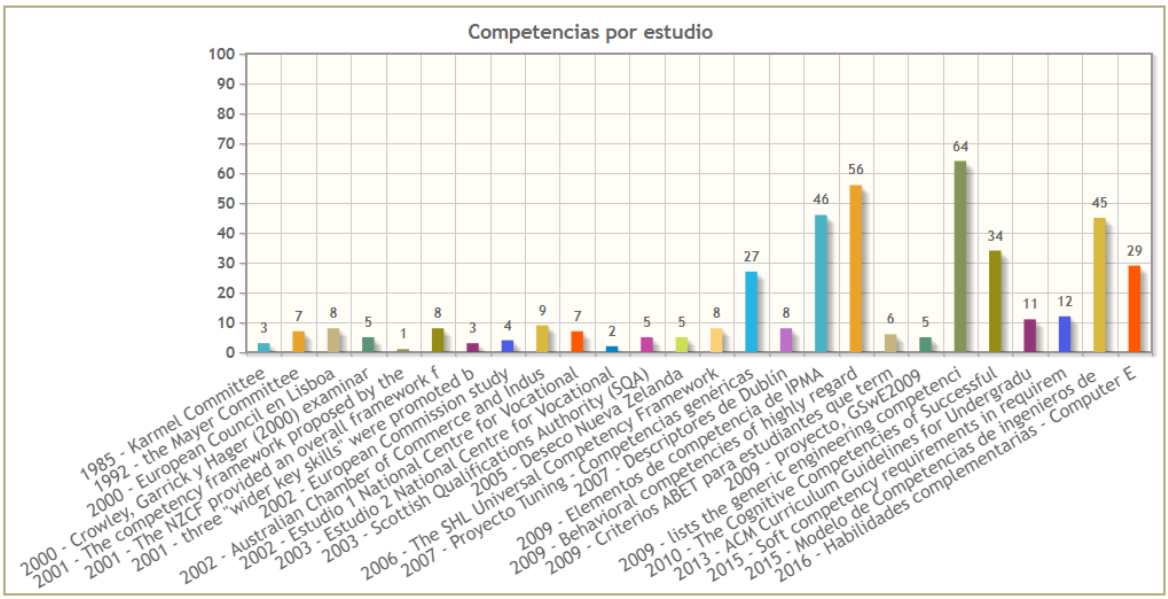
Posteriormente se realizó un proceso de análisis de la información recopilada enmarcado en los siguientes pasos:

1. Se realizó una recopilación de competencias en 26 estudios, dando como resultado un total de 418 competencias.

2. Se eliminó redundancia a partir de competencias conceptualmente similares, y complementando su nombre o su concepto. Para esto se partió del conjunto de CG del proyecto Tuning, luego se compararon con las CG de los ingenieros de Australia y así sucesivamente para los demás estudios.
3. Se aplicaron los criterios para descartar del conjunto las competencias que no cumplen con los criterios para CG.
4. Igualmente se descartaron CG demasiado detalladas y que pertenecían a una competencia genérica del proyecto Tuning o del estudio de Australia, esto ya que se generaba un espectro inviable para el desarrollo del instrumento de valoración dirigido a los egresados.

A continuación se presentan las competencias por estudio, antes del proceso de refinamiento.

Figura 5-2: Competencias por estudio.



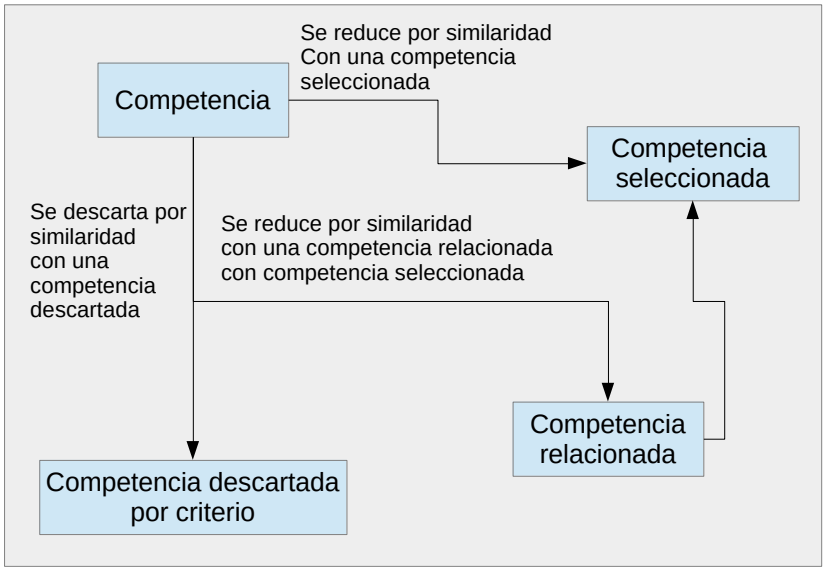
Nombre de la fuente: Construcción propia

En el proceso de refinamiento se puede observar que el mayor número de competencias que fueron reducidas es debido a su relación de similaridad o de redundancia, esto ya que fue lo primero que se realizó en el proceso de refinamiento.

Igualmente las competencias que comparten una similaridad en este estudio se denominan competencias relacionadas, también pueden tener un factor común por lo que se reducen por similaridad o también pueden tener un criterio de descarte, que sería el

de menor peso según el gráfico. En resumen la mayor cantidad de competencias son reducidas por similaridad o redundancia.

Figura 5-3: Revisión gráfica del proceso reducción de la lista de competencias.

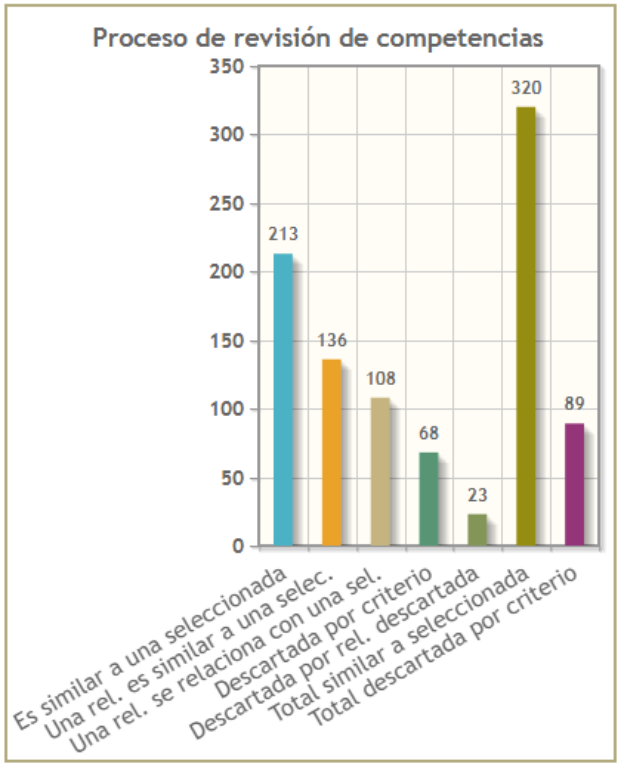


Nombre de la fuente: Construcción propia

El refinamiento se puede resumir en dos criterios, el de similaridad y el de descarte por criterio. Esto se puede resumir en los siguientes casos:

- Es similar a una seleccionada: La competencia es similar a una que ya fue seleccionada por lo que ya está representada en el conjunto de CG que cumplen con los criterios. En este caso si se es posible de manera conceptual, se realiza un complemento en la descripción de las competencias seleccionadas.
- Una rel. es similar a una selec.: Una competencia relacionada es similar a una competencia seleccionada. Este caso es similar al anterior.
- Una rel. se relaciona con una sel.: Una competencia relacionada se relaciona con una competencia seleccionada. Este caso presenta una doble relación que es importante revisar para la completitud conceptual de la competencia seleccionada.
- Descartada por criterio: Estas son las competencias que fueron descartadas por los criterios de descarte de CG.
- Descartada por rel. descartada: Esta competencia se relaciona con una descartada y ya que son similares se pueden descartar revisando que también cumpla con el criterio de descarte.

Figura 5-4: Proceso de revisión de competencias.

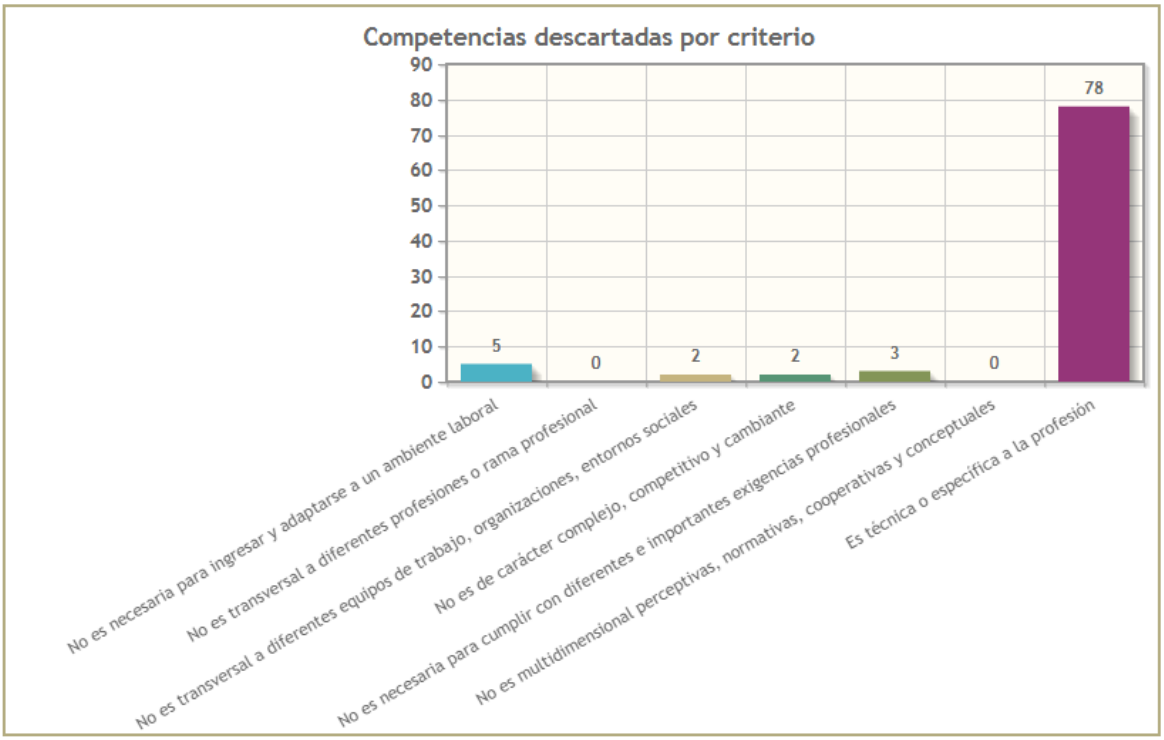


Nombre de la fuente: Construcción propia

En el grupo de competencias descartadas por criterio se encuentra con una alta aplicación el criterio “Es técnica o específica a la profesión”, esto debido a varios estudios específicos de competencias que incluyen las competencias técnicas o que las han definido como genéricas. Sin embargo de acuerdo con los criterios definidos en este estudio a partir de la literatura, han sido descartadas.

A continuación se puede observar la aplicación de estos criterios en la **Figura 5-5**:

Figura 5-5: Competencias descartadas por criterio.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Los criterios conceptuales para evaluar si una competencia es una competencia genérica se basan en los Criterios de conceptualización de las CG incluidos en el marco teórico. De esta manera una competencia no es genérica si cumple alguno de estos criterios:

Tabla 5-1: Criterios para descartar competencia genérica

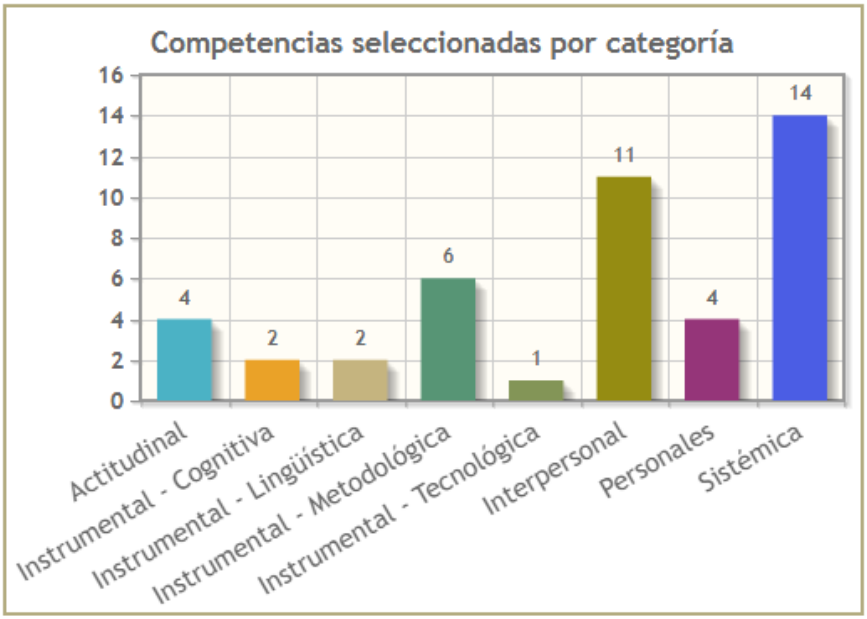
Criterios para descartar competencia genérica
No es necesaria para ingresar y adaptarse a un ambiente laboral
No es transversal a diferentes profesiones o rama profesional
No es transversal a diferentes equipos de trabajo, organizaciones, entornos sociales
No es de carácter complejo, competitivo y cambiante
No es necesaria para cumplir con diferentes e importantes exigencias profesionales
No es multidimensional perceptivas, normativas, cooperativas y conceptuales
Es técnica o específica a la profesión

El resultado de este proceso fueron 44 CGS, en las que se puede observar que varias competencias que fueron relacionadas en el estudio de Australia fueron descartadas por el criterio “No es transversal a diferentes profesiones o rama profesional”.

A continuación se relacionan las competencias que fueron seleccionadas en el proceso de refinamiento con su correspondiente identificador y categoría. Este identificador se utilizará para hacer referencia a dichas competencias.

En la siguiente figura se presentan las competencias seleccionadas por categoría.

Figura 5-6: CGS por categoría.



Nombre de la fuente: Construcción propia

5.1.3 Esquema de calificación de las competencias

La escala de valoración utilizada fue la propuesta en el estudio de Australia en el que se usó una escala de 5 puntos (1=no necesaria; 5 = crítica). Solo los puntos finales de la escala de valoración fueron etiquetados. De esta manera se puede suponer que los intervalos funcionales entre los puntos de respuesta son aproximadamente iguales (S. A. Male et al., 2011a).

5.1.4 Encuesta inicial

Se realizó una encuesta inicial para la valoración de las CG identificadas en la literatura y que con el proceso de refinamiento se obtuvieron 44 competencias. El propósito de esta encuesta fue valorar su pertinencia y además tener el punto de vista de los expertos,

Ingenieros de Sistemas y docentes, para su comparación con el punto de vista de los ISC.

Como resultado principal de esta encuesta inicial fue que todas las competencias identificadas fueron pertinentes ya que ninguna fue valorada como no necesaria. Más adelante se muestran los resultados de esta encuesta.

5.2 Análisis de datos

Se diseñó la encuesta mediante la herramienta Google Forms y se seleccionaron dos canales de comunicación para socializarla a los egresados: AISUN y el Programa de Egresados Sede Bogotá de la UNC. En total respondieron 79 ISC egresados del 2000 al 2010.

El análisis de datos se divide en tres partes fundamentales: aplicación del método análisis factorial, análisis de las variables contextuales y análisis de otros estudios.

El análisis factorial permitirá obtener un conjunto manejable de variables, luego se realiza el análisis de cada una de las variables contextuales teniendo en cuenta su distribución y además su relación con los factores obtenidos en el análisis de factores. Y finalmente se realiza un paralelo con otros estudios, comparando las CG más importantes y de ser posible los factores, en el caso dado que el otro estudio también haya aplicado el método análisis factorial.

5.2.1 Análisis Factorial de las CG

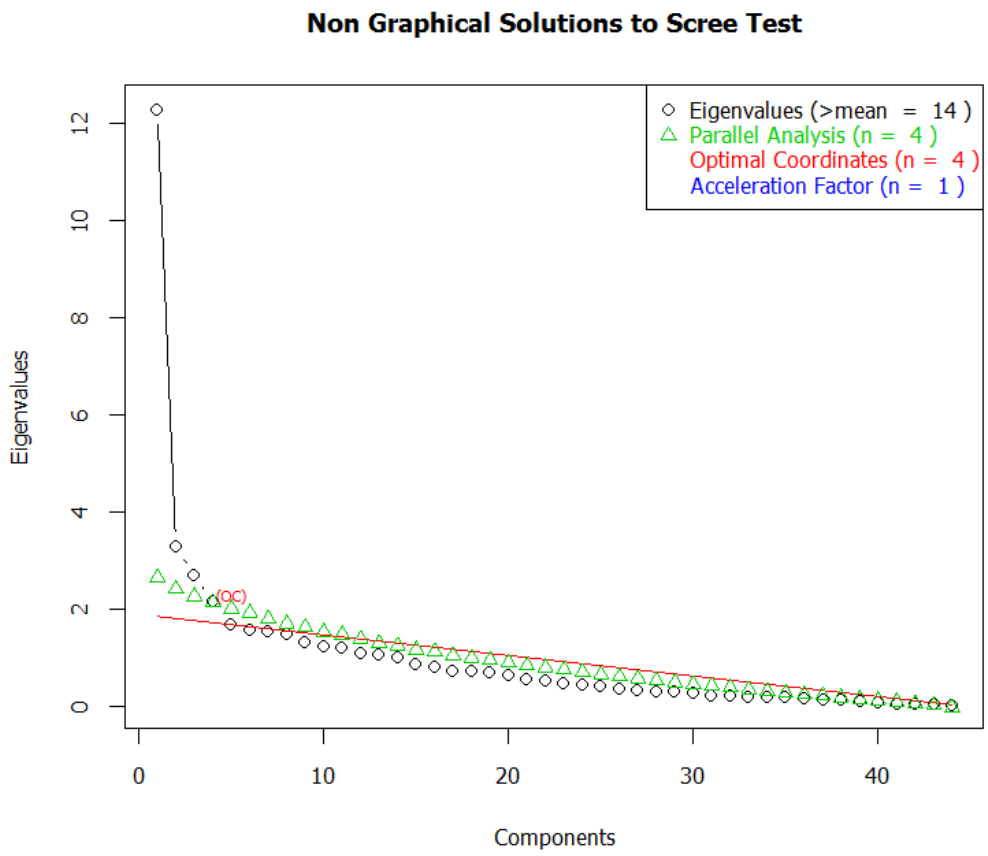
Para el análisis de datos se hace necesario como primera medida realizar una factorización o reducción de las CG en factores tal y como se realizó en el estudio de Australia. Esto permite tener un conjunto reducido de variables que representan el conjunto total de las CG basado en un comportamiento estadístico similar, es lo que se llama como análisis factorial. De esta manera se realiza primero el método de análisis factorial y posteriormente se realiza el análisis de datos.

Para el análisis factorial de las valoraciones realizadas por los egresados se utilizó el software R, el cual tiene los paquetes psych, nFactors que son apropiados para el análisis factorial. Estos permiten realizar las diferentes pruebas estadísticas involucradas en el método. A continuación se revisa paso por paso la aplicación del método en las CG valoradas por los egresados.

Estimación de número de factores

Las pruebas realizadas para estimar el número de factores son la prueba scree y parallel los cuales determinan un total de 4 factores.

Figura 5-7: Prueba scree.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Para corroborar esta prueba se aplican las rutinas para el criterio de estructura simple (VSS - Very Simple Structure), que permite encontrar la cantidad óptima de factores evaluando varios criterios como la prueba MAC de Velicer. De esta manera la prueba MAC de Velicer logra un mínimo de 0.02 con 4 factores, las demás pruebas también logran su mínimo en 4 factores, por lo que queda comprobado que es el número teórico de factores.

Test de normalidad

Se realiza el test de normalidad obteniendo como resultado que ninguna variable cumple el criterio de normalidad, por lo tanto no es aconsejable el uso del método de extracción “maximum likelihood”, y se usa el método “principal axis factors”.

Validez de la muestra

Se utilizaron de manera complementaria los test KMO y de Bartlett. En el test KMO la mayoría de las variables cumplieron con el criterio de ser mayores a .5 y solo 4 variables (C1, C8, C15, C18) están por debajo del criterio. Esto indicaría variables problemáticas para el método, las cuales se decidirá si se descartan del análisis en el caso de obtener cargas débiles.

Figura 5-8: Prueba de validez de la muestra (KMO).

```
> KMO(data)
Kaiser-Meyer-Olkin factor adequacy
Call: KMO(r = data)
Overall MSA =  0.69
MSA for each item =
  C1   C2   C3   C4   C5   C6   C7   C8   C9  C10  C11  C12  C13  C14  C15  C16
0.43 0.70 0.53 0.66 0.55 0.73 0.78 0.31 0.55 0.70 0.61 0.68 0.66 0.75 0.33 0.74
 C17  C18  C19  C20  C21  C22  C23  C24  C25  C26  C27  C28  C29  C30  C31  C32
0.70 0.43 0.75 0.68 0.69 0.65 0.78 0.53 0.82 0.74 0.65 0.71 0.76 0.73 0.69 0.71
 C33  C34  C35  C36  C37  C38  C39  C40  C41  C42  C43  C44
0.64 0.81 0.78 0.64 0.76 0.67 0.69 0.73 0.66 0.81 0.83 0.73
```

Nombre de la fuente: Construcción propia

Como prueba que contrasta el método KMO se aplicó el test de esfericidad de Bartlett, cumpliéndose el criterio de $p < .05$, teniendo entonces una muestra conveniente para el método de análisis factorial.

Figura 5-9: Test de esfericidad de Bartlett

```
> cortest.bartlett(R=cor(data), n = nrow(data),diag=TRUE)
$`chisq`
[1] 2107.795

$p.value
[1] 2.927735e-90

$df
[1] 946
```

Nombre de la fuente: Construcción propia

Aplicación del método

Para la aplicación del método análisis factorial se aplicará rotación oblicua ya que las CG se consideran que están interrelacionadas de acuerdo al proyecto DeSeCo y al estudio de Australia. Para esto los métodos de extracción que se usarán serán promax y oblimin.

Y el criterio para retener variables será el definido en este estudio en donde competencias con cargas por debajo a 0.32 o con cargas cruzadas son excluidas del análisis.

A continuación se muestra la tabla de variables que son representadas por cada número de factores y métodos de extracción, determinando así nuevamente el uso de 4 factores.

Tabla 5-2: Cantidad de variables por número de factores

No. Factores	Método de extracción	No. Variables
3	oblimin	40
3	promax	40
4	oblimin	42
4	promax	43
5	oblimin	39
5	promax	36

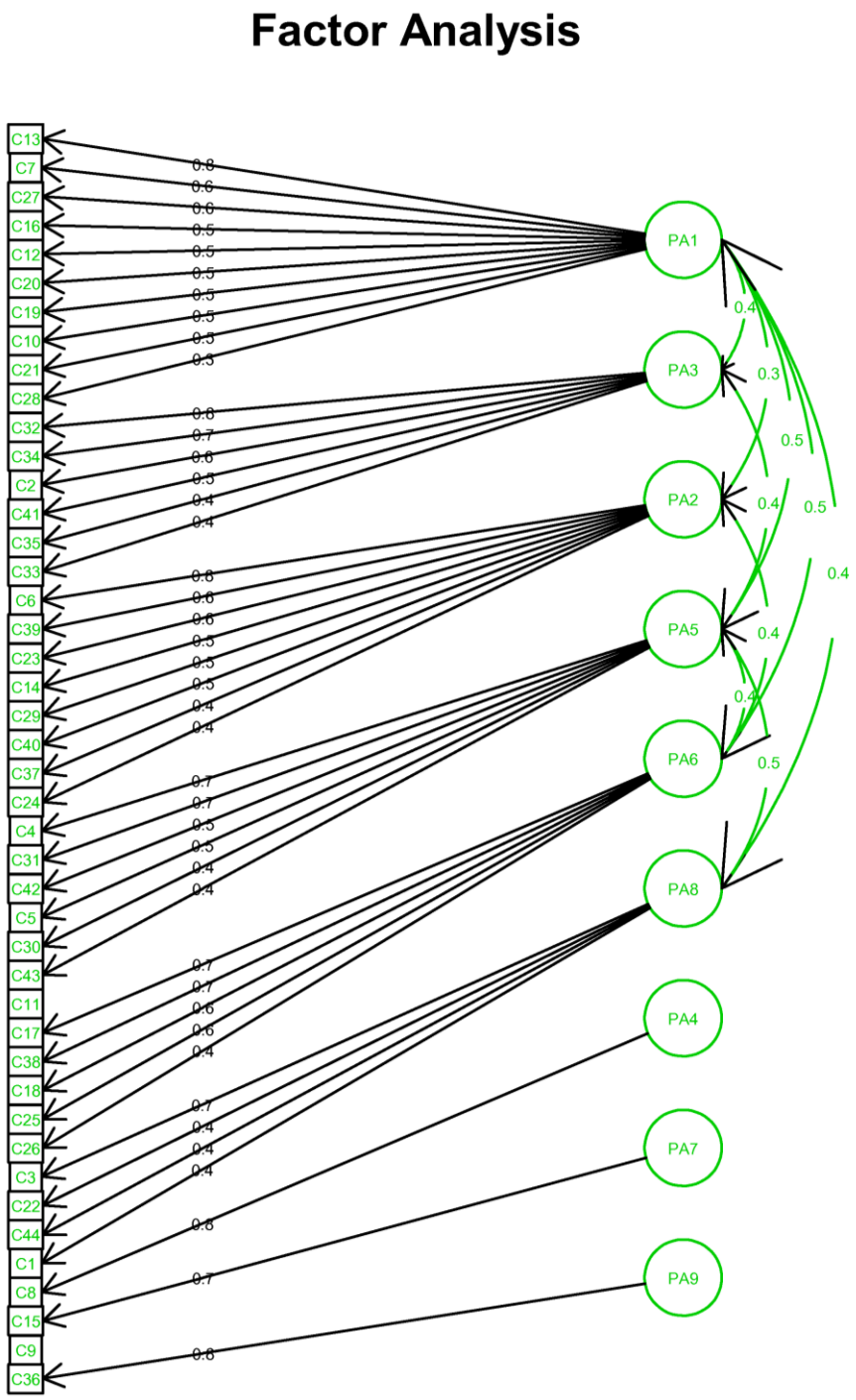
Para 4 factores y método oblimin se excluyen las competencias C17, C18 y para el método promax se excluyen las competencias C35 y C10.

Revisando las variables resultantes es difícil determinar conceptualmente una relación por lo que se toma la decisión de aumentar el número de factores en un posible detrimento en la representación de todas las variables.

Mediante la experimentación se utilizó finalmente 9 factores excluyendo 3 factores débiles y no relacionados, y también se excluyeron 9 variables (C11, C8, C15, C9, C36, C28, C33, C36, C40 y C44).

En el siguiente diagrama se puede observar la correspondencia entre las CG y los factores calculados por el método.

Figura 5-10: Diagrama Análisis de factores



Nombre de la fuente: Construcción propia

Finalmente en el proceso de análisis factorial se identificaron 6 factores y de manera conceptual se definió cada uno de acuerdo a las competencias que fueron agrupadas en dicho factor.

Tabla 5-3: Factores de CGS

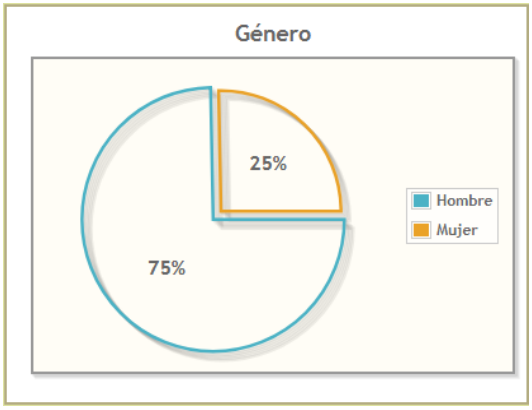
No	Factor	Num. Competencias
PA1	Trabajo en equipo, toma de decisiones, negociar, comunicación efectiva	9
PA2	Pensamiento sistémico, creativo y conciencia social	7
PA3	Liderazgo, gestión de proyecto, emprendimiento	5
PA5	Tolerancia a los fracasos, investigación y autonomía	6
PA6	Respeto por la diversidad y el medio ambiente, creación de redes y trabajo en contexto internacional	5
PA8	Valores personales, flexible ante nuevas situaciones	3

5.2.2 Contexto personal

Para el análisis del contexto, de cada variable se muestra la distribución en una gráfica de torta o en una gráfica de barras de acuerdo a la cantidad de categorías que conformen dicha variable. Posteriormente se muestra un gráfico de tipo radar que permite observar los promedios de dicha variable distribuidos por categoría (solo se incluyen categorías con 5 o más egresados), de esta manera se puede observar las diferencias entre categorías de la misma variable y su correspondencia con los factores extraídos del método análisis factorial.

Sobre el contexto personal solo se tuvo en cuenta el género con el fin de proteger la identidad de los egresados. Se puede observar que la mayoría de egresados, un 75%, son hombres y el 25% son mujeres.

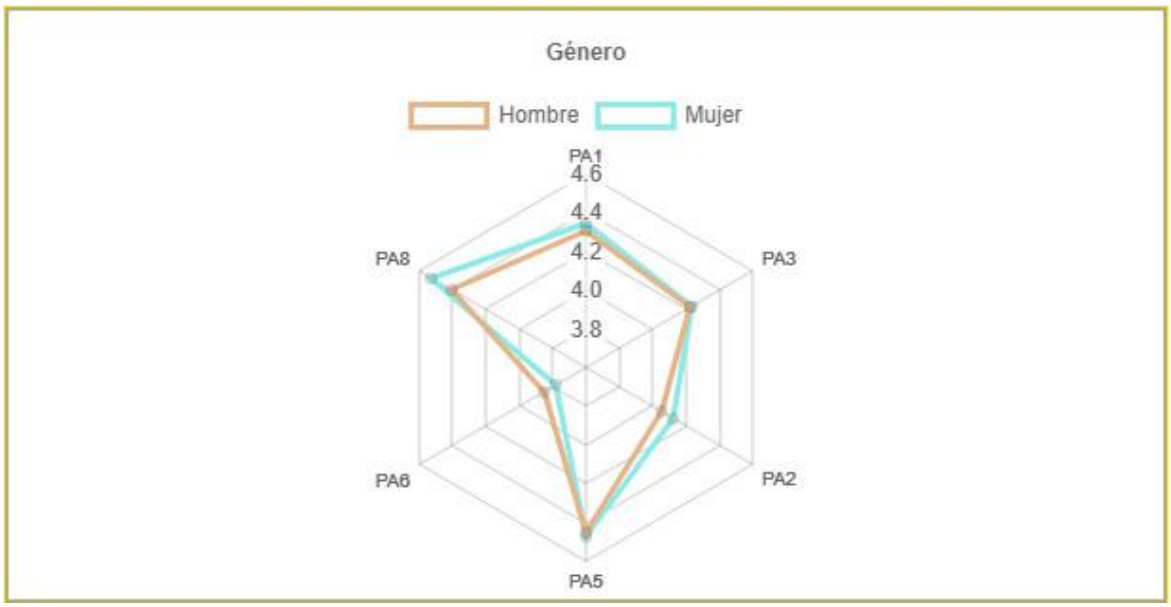
Figura 5-11: Género.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Además se puede observar una valoración muy similar a los diferentes factores. Hay una diferencia donde las mujeres le dan más relevancia a los factores PA8-Valores personales, flexible ante nuevas situaciones y PA2-Pensamiento sistémico, creativo y conciencia social, mientras que los hombres al factor PA6-Respeto por la diversidad y el medio ambiente, creación de redes y trabajo en contexto internacional.

Figura 5-12: Género por factores.



Nombre de la fuente: Construcción propia

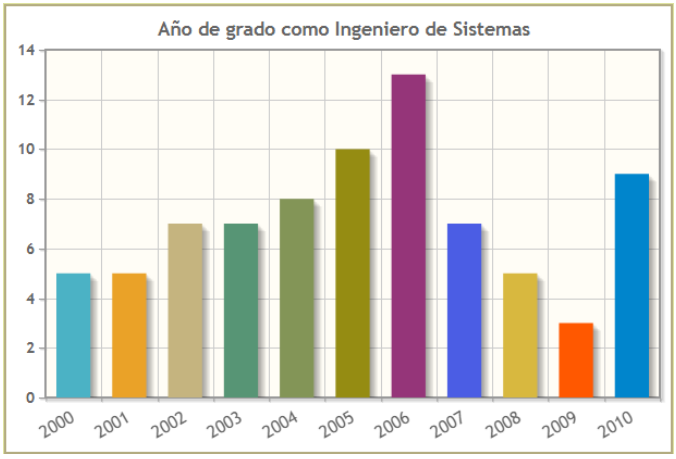
5.2.3 Contexto académico

En el contexto académico se revisan los años de grado y el último nivel de estudios.

De acuerdo al límite definido en la tesis con relación a los años 2000 a 2010, la mayor participación se encuentra hacia el centro de la gráfica (egresados del año 2005 al 2006),

obteniendo de manera curiosa casi una distribución normal pero con un dato atípico en el año 2010.

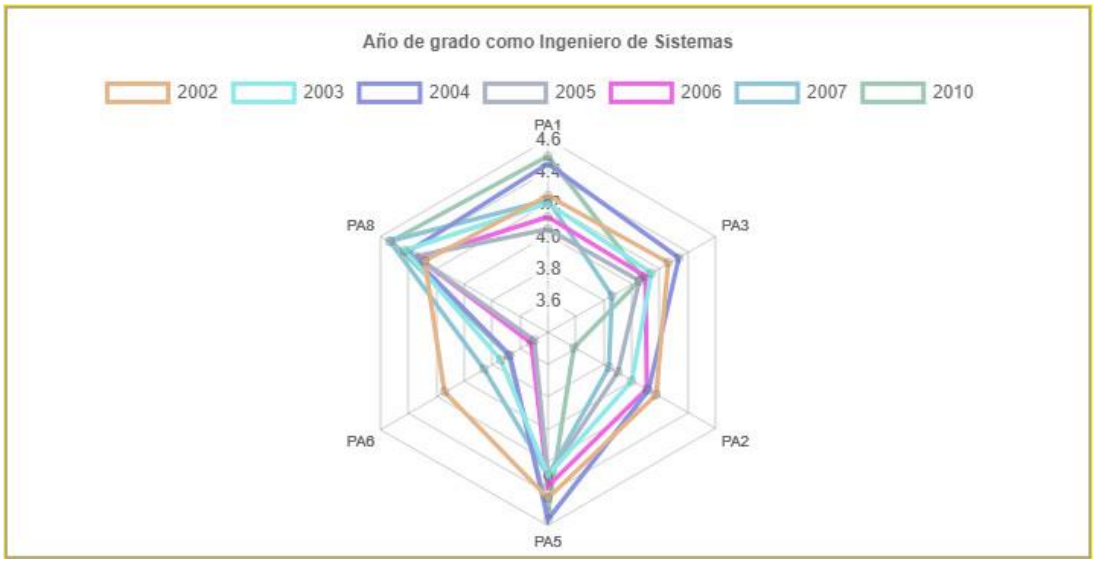
Figura 5-13: Año de grado.



Nombre de la fuente: Construcción propia

En la revisión del año de grado con los factores, se observan diferencias significativas en los diferentes años, principalmente en las competencias PA2- Pensamiento sistémico, creativo y conciencia social, que es valorada por los primeros egresados y no tanto por los egresados del año 2010 y PA6- Respeto por la diversidad y el medio ambiente, creación de redes y trabajo en contexto internacional, la cual no tiene un consenso definido.

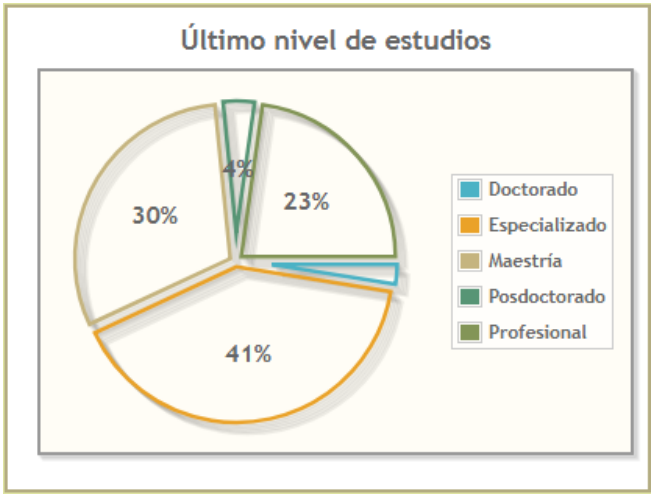
Figura 5-14: Año de grado por factor.



Nombre de la fuente: Construcción propia

En cuanto al nivel de estudio hay muy pocos egresados de doctorado y posdoctorado. La mayoría tienen una especialización y es interesante una buena participación en las maestrías.

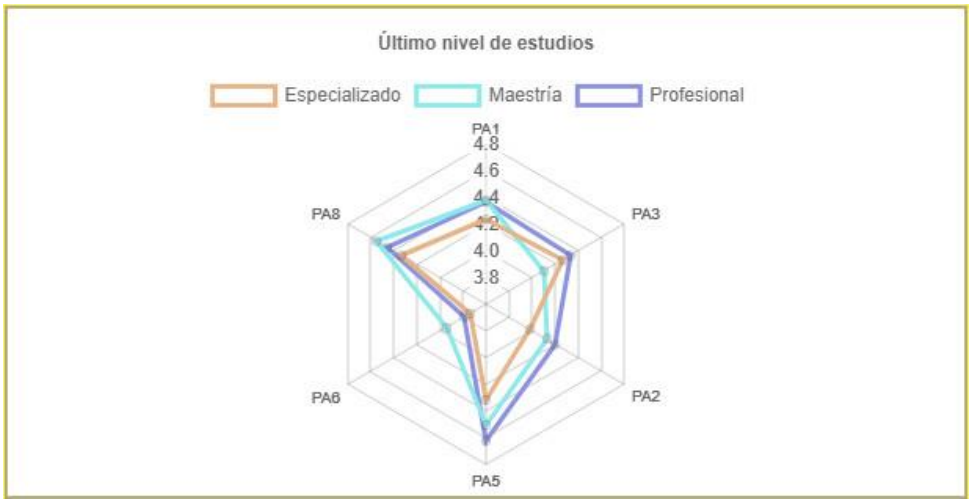
Figura 5-15: Último nivel de estudios.



Nombre de la fuente: Construcción propia

La relación del último nivel de estudios tiene una similitud en la apreciación de los diferentes factores.

Figura 5-16: Último nivel de estudios por factor.



Nombre de la fuente: Construcción propia

5.2.4 Contexto laboral

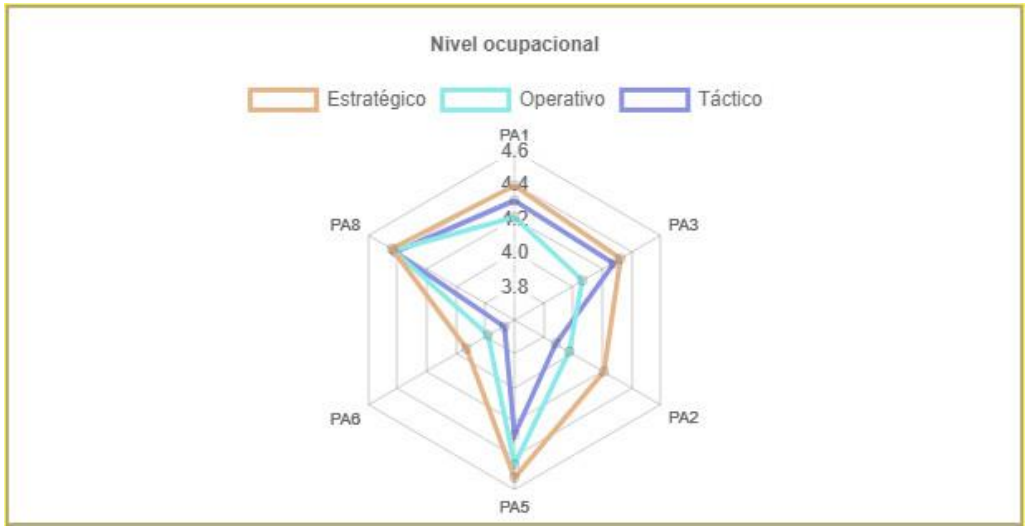
En este apartado se define el contexto laboral del egresado. En el nivel ocupacional es de esperarse que debido a la gran experiencia, los ISC logren cargos de tipo estratégico, y una gran parte aún pertenece al campo operativo.

Figura 5-17: Nivel ocupacional.

Nombre de la fuente: Construcción propia

Por otro lado el nivel ocupacional estratégico presenta una mayor valoración a los diferentes factores. Por su parte el operativo frente al táctico valora más los factores PA6-Respeto por la diversidad y el medio ambiente, creación de redes y trabajo en contexto internacional y PA2-Pensamiento sistémico, creativo y conciencia social, mientras que el táctico valora más los factores PA1-Trabajo en equipo, toma de decisiones, negociar, comunicación efectiva y PA3-Liderazgo, gestión de proyecto, emprendimiento.

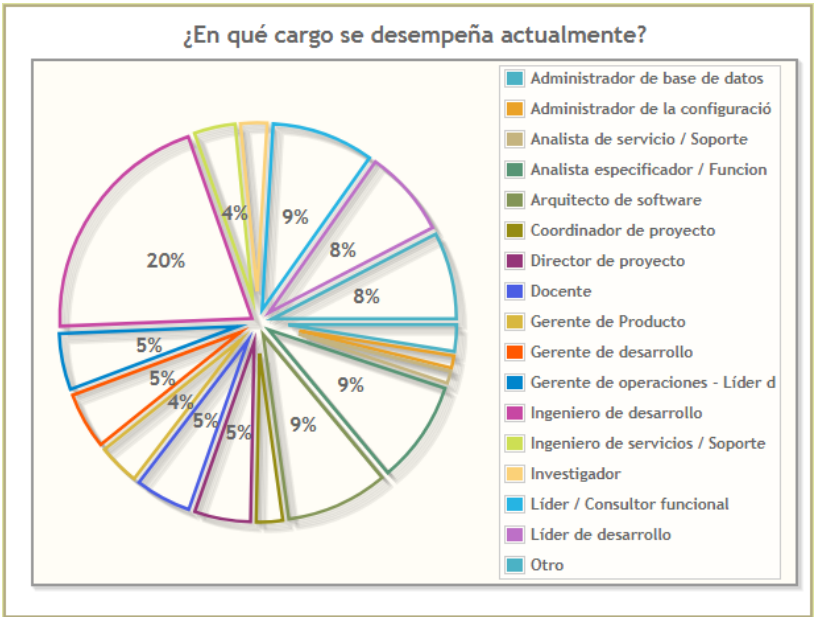
Figura 5-18: Nivel ocupacional.



Nombre de la fuente: Construcción propia

En la variable cargo es interesante una distribución casi homogénea en los diferentes cargos que ofrece la industria, lo que indica que el ISC de la UNC tiene las capacidades para aplicar a un amplio abanico de necesidades.

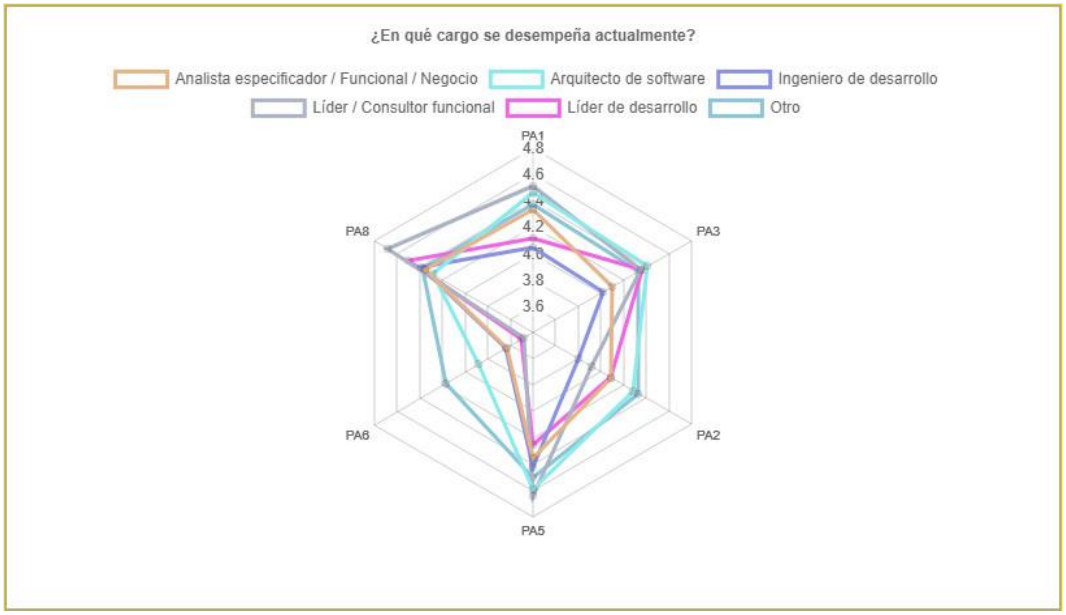
Figura 5-19: Cargo.



Nombre de la fuente: Construcción propia

En el análisis de la relación con los factores, se puede observar que el ingeniero de desarrollo es quien menos valora las CG, esto puede ser debido a que en grandes empresas, lo cual corresponde a gran parte de la muestra analizada en este estudio, el desarrollo de software es distribuido en otros cargos, dejando al ingeniero de desarrollo con la tarea técnica, la cual aparentemente no requiere de manera crítica esta clase de competencias para su desempeño laboral.

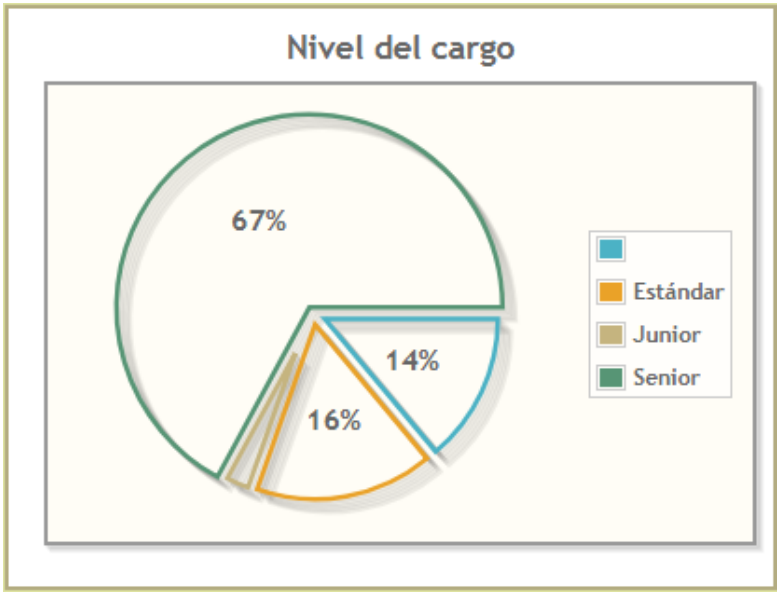
Figura 5-20: Cargo por factor.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Igualmente en el nivel del cargo como era de esperarse un alto porcentaje de egresados son Senior.

Figura 5-21: Nivel del cargo.

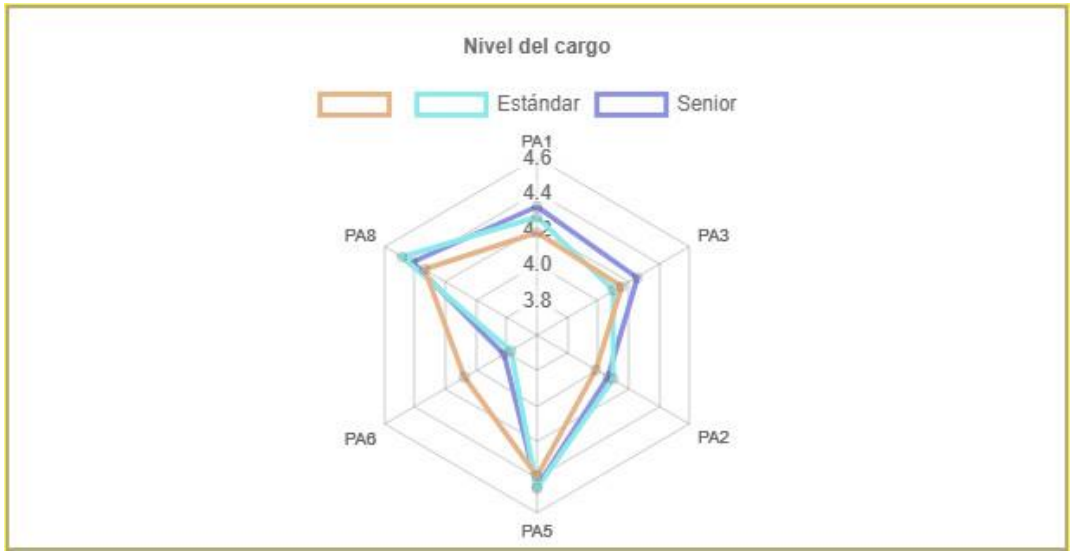


Nombre de la fuente: Construcción propia

Analizando el nivel del cargo y su correspondencia con los factores, en general presenta un comportamiento similar entre los diferentes niveles del cargo, solo hay una diferencia

significativa en el factor PA6-Respeto por la diversidad y el medio ambiente, creación de redes y trabajo en contexto internacional, el cual es más valorado por quienes su cargo no tiene un nivel establecido.

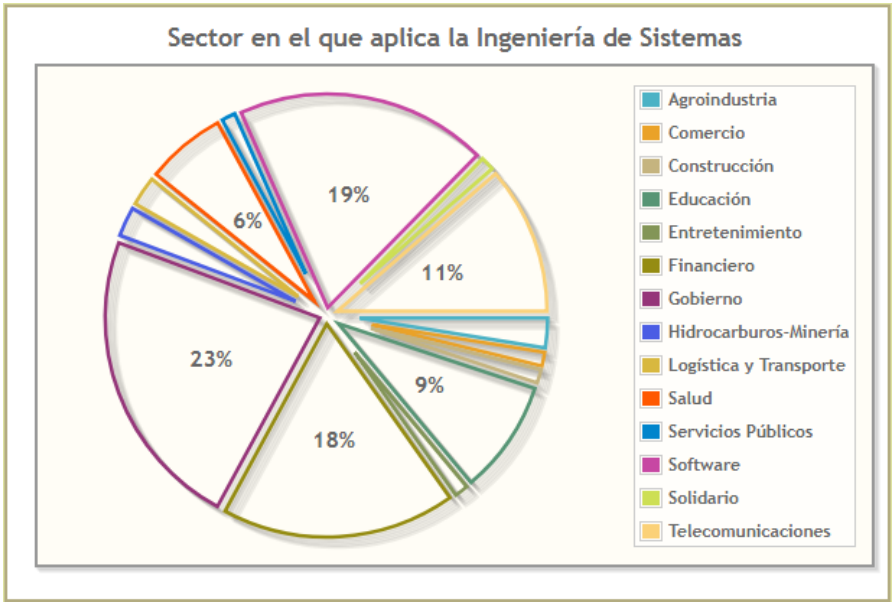
Figura 5-22: Nivel del cargo por factor.



Nombre de la fuente: Construcción propia

El ISC participa en la gran mayoría de los sectores económicos principalmente en gobierno, financiero, software y logística y transporte.

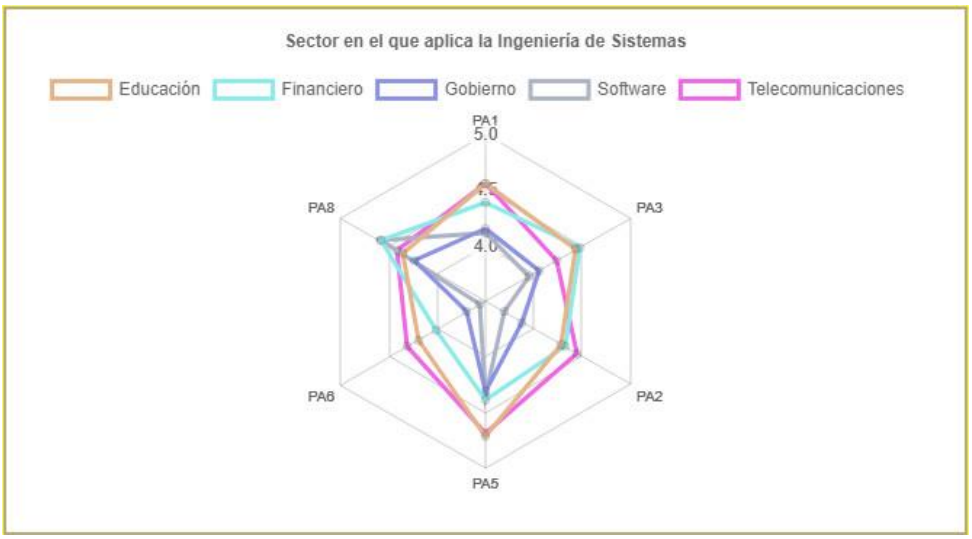
Figura 5-23: Sector económico.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Los ISC que mejor valoran las CG pertenecen a los sectores de telecomunicaciones, el financiero y educación, mientras que a los sectores software y gobiernos son menos valoradas.

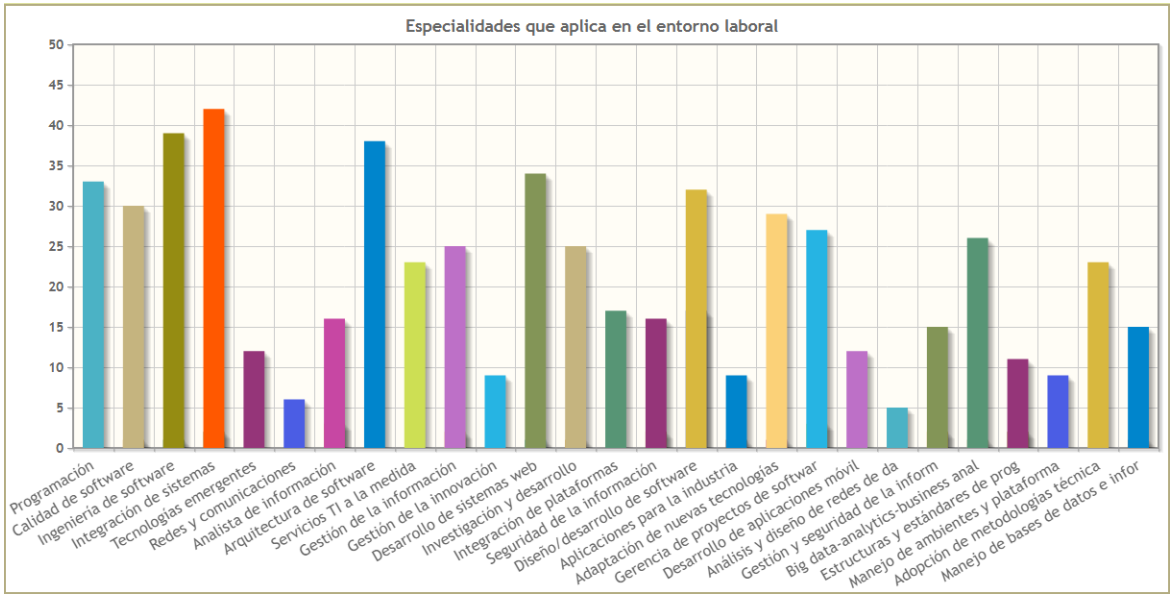
Figura 5-24: Sector económico por factor.



Nombre de la fuente: Construcción propia

En la gráfica de especialidades se debe tener en cuenta que se muestran la cantidad de egresados que manejan dicha especialidad comparándolo con el total de 76 ingenieros. Sin embargo ya que la gráfica no permite observar dicho porcentaje, se puede observar las mayores especialidades que tiene el ISC que son: integración de sistemas, ingeniería de software, desarrollo de sistemas web, programación y diseño y desarrollo de software.

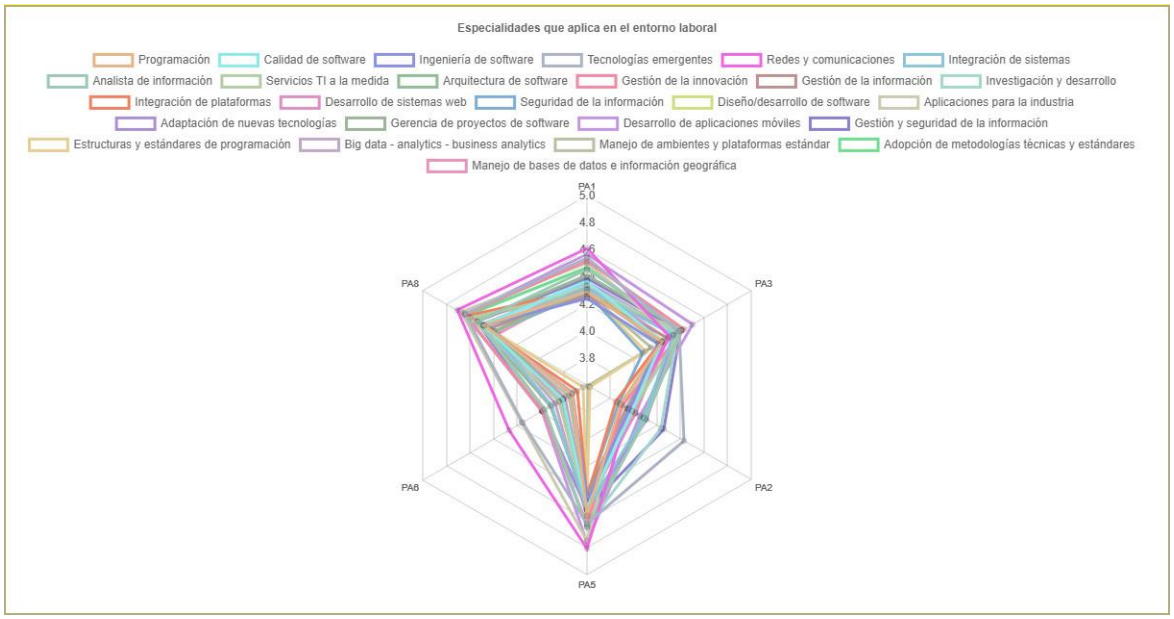
Figura 5-25: Especialidades.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Los ISC que menos valoran las CG tienen las especialidades seguridad de la información, ingeniería de software, estructuras y estándares de programación, e integración de plataformas, y quienes más valoran las CG tienen las especialidades redes y comunicaciones, aplicaciones para la industria y manejo de ambientes plataformas estándar, desarrollo de aplicaciones móviles, gestión de la innovación y gestión y seguridad de la información.

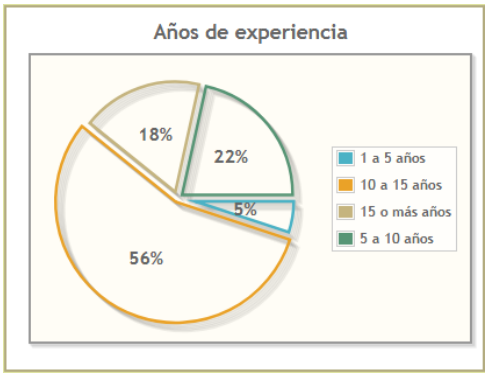
Figura 5-26: Especialidades por factor



Nombre de la fuente: Construcción propia

En cuanto a experiencia la gran mayoría tiene 10 a 15 años seguido de 5 a 10 años y finalmente de 15 o más años y de 1 a 5 años.

Figura 5-27: Años de experiencia.



Nombre de la fuente: Construcción propia

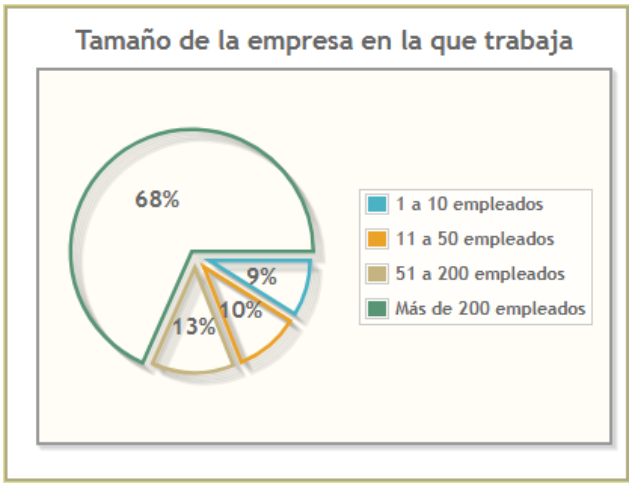
Se presentan grandes diferencias en la valoración de los factores respecto a los años de experiencia, en general los más experimentados (15 o más años) valoran de manera similar todas las competencias, los menos experimentados (5 a 10 años) les dan un mayor valor, a excepción de la PA2, y los que tienen experiencia de 10 a 15 años son quienes menos valoran las CG.

Figura 5-28: Años de experiencia por factor.

Nombre de la fuente: Construcción propia

Es interesante observar que la gran mayoría trabaja en una empresa grande, lo cual puede estar relacionado con el tipo de vinculación que ofrece este tipo de empresas a término indefinido.

Figura 5-29: Tamaño de la empresa.



Nombre de la fuente: Construcción propia

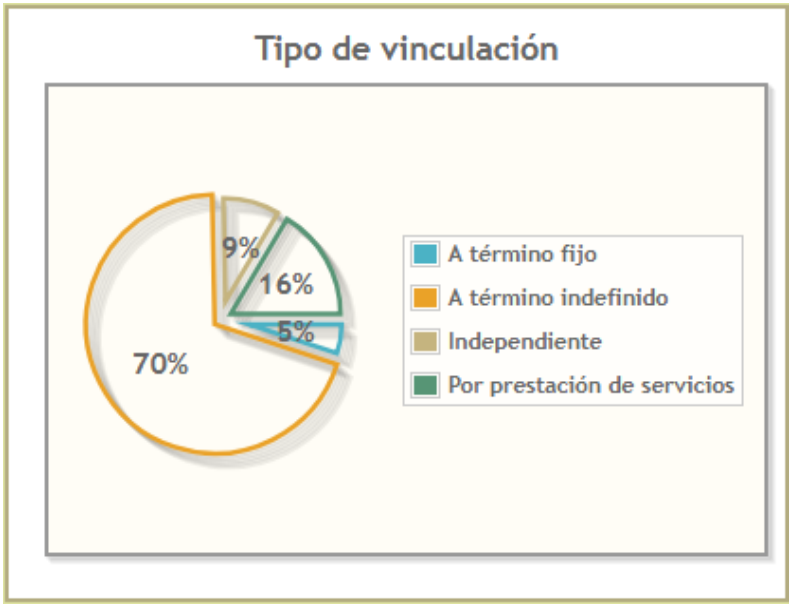
Aquí se observar que los ISC de las empresas más pequeñas son quienes valoran más las CG.

Figura 5-30: Tamaño de la empresa por factor.

Nombre de la fuente: Construcción propia

Es muy grato observar que el ISC de la UNC está muy bien posicionado con un tipo de vinculación que le permite tener una gran estabilidad económica.

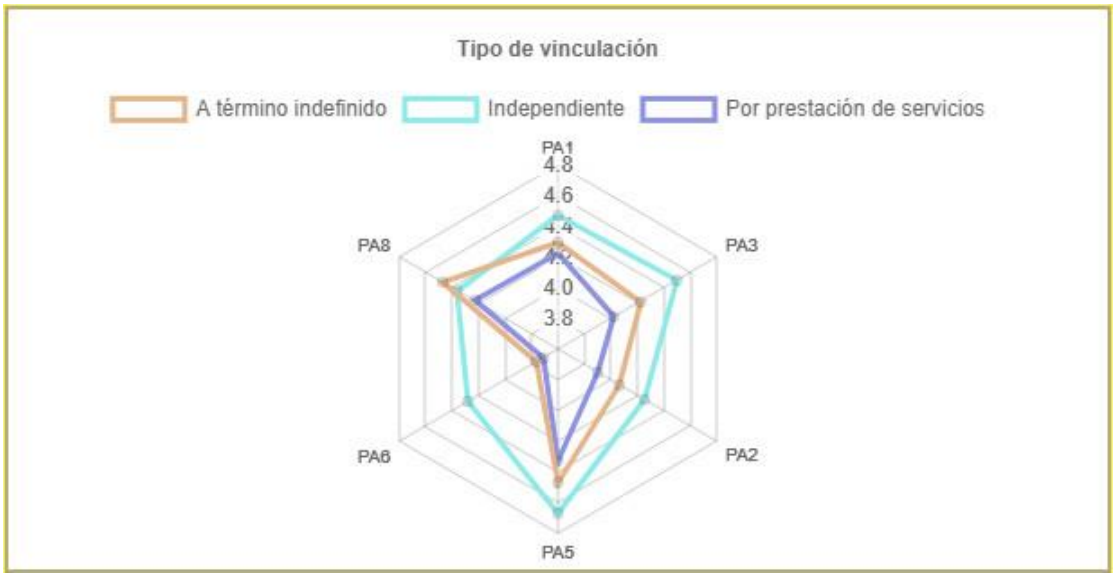
Figura 5-31: Tipo de vinculación.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Y en cuanto a su relación con los factores se observa que los ISC que son independientes le dan una mayor relevancia a las CG, posiblemente debido a su necesaria interacción con sus cliente, mientras quienes menos le dan valor son quienes se encuentran en un contrato por prestación de servicios.

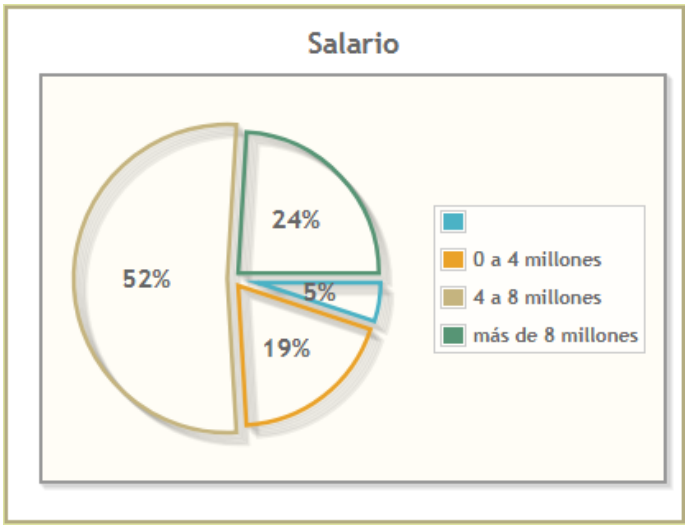
Figura 5-32: Tipo de vinculación por factor.



Nombre de la fuente: Construcción propia

En cuanto al salario, el ISC en su mayoría tiene unos ingresos entre 4 a 8 millones. Ya menos de un cuarto de los ISC tienen ingresos de más de 8 millones, seguido de 0 a 4 millones.

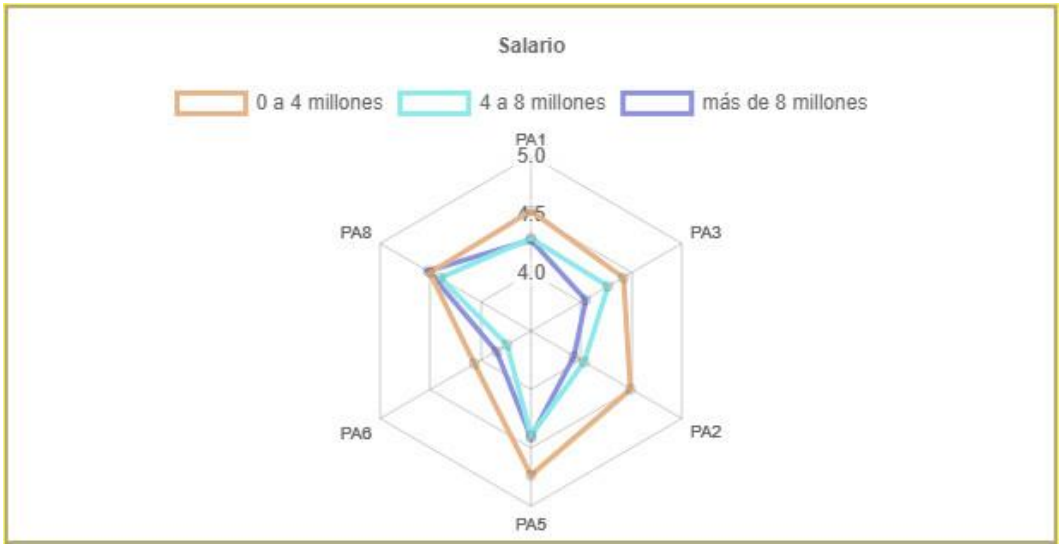
Figura 5-33: Salario.



Nombre de la fuente: Construcción propia

Respecto a los factores, el ISC con menor salario valora más las CG y con mayor salario las valora menos en una relación inversa.

Figura 5-34: Salario por factor.

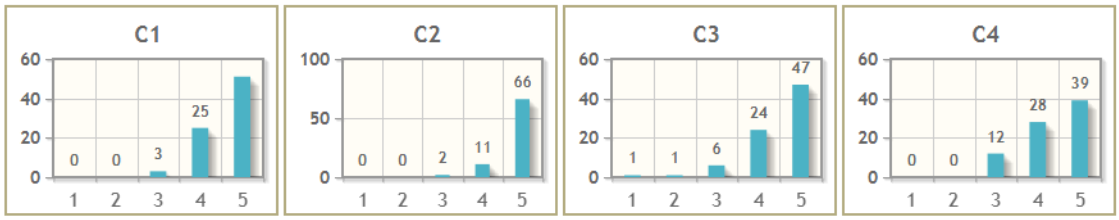


Nombre de la fuente: Construcción propia

5.2.5 Distribución de la valoración de cada Competencia Genérica

A continuación se presenta la distribución de la valoración de cada Competencia Genérica evaluada por los egresados. Se puede observar que las competencias tienen diferentes distribuciones. Ninguna se puede excluir de un análisis ya que todas presentan altas valoraciones a pesar de que algunas han sido valoradas como no necesarias.

Figura 5-35: Distribución de la valoración de las CGS



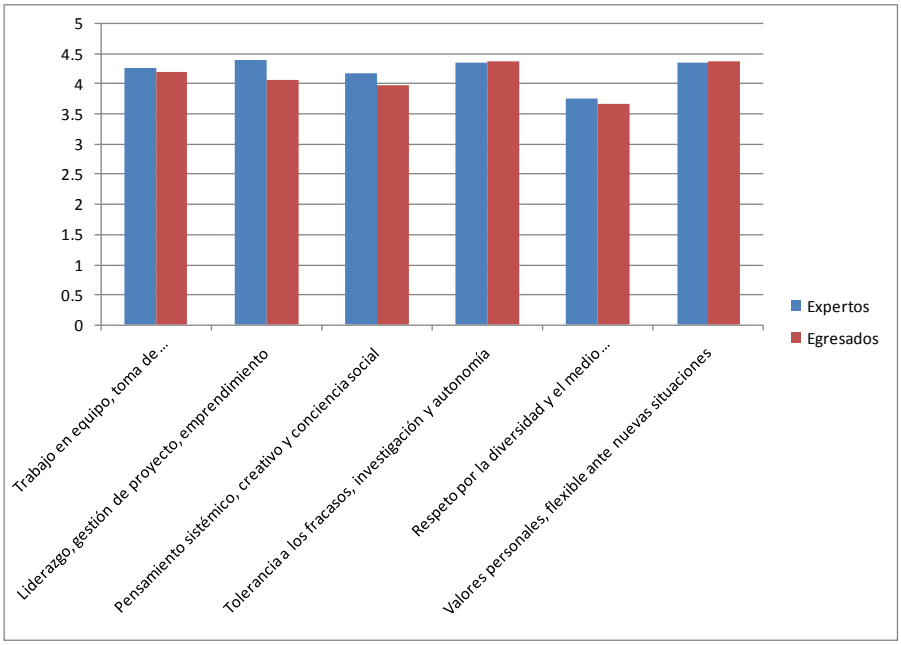
C5
0 0 3 23
C6
1 0 7
C7
0 0 7 28 44
C8
0 8 15 23 33
C9
0 1 1 27 50
C10
0 0 2 25
C11
0 1 12 32
C12
0 2 10 31
C13
1 5 22 24
C14
1 3 17 27 31
C15
1 0 9 24 45
C16
0 1 12 38 28
C17
3 3 12 27
C18
3 3 17 29 27
C19
0 0 5 31 43
C20
2 3 15 23
C21
0 1 6 31 41
C22
0 1 12 31
C23
1 3 17 29 29
C24
1 3 15 30 30
C25
1 3 21 31 23
C26
0 4 25 33 17
C27
0 0 11 37 31
C28
1 0 1 26

Nombre de la fuente: Construcción propia

5.2.6 Factores de las CG y su valoración

Ya se revisó la relación de los factores con cada una de las variables que definen el contexto del ISC. A continuación se realiza la comparación entre la valoración de expertos y la valoración de los egresados por factor, la cual fue calculada de la siguiente manera: primero se obtiene el promedio para cada competencia valorada por cada egresado, luego por cada factor se calcula el promedio de las competencias que pertenecen a dicho factor. Este cálculo es el mismo utilizado en el estudio de Australia (S. A. Male et al., 2011a). Se puede observar la total congruencia entre las dos valoraciones ya que presentan un comportamiento gráfico muy similar.

Figura 5-36: Comparación valoración de factores por egresados y expertos



Nombre de la fuente: Construcción propia

Sin embargo el orden de importancia varía siendo para los expertos más importante el factor PA3 Liderazgo, gestión de proyecto, emprendimiento, mientras que para los egresados es la Tolerancia a los fracasos, investigación y autonomía.

Tabla 5-4: Valoración de Factores de CGS por expertos

ID	Factor	Expertos
PA3	Liderazgo, gestión de proyecto, emprendimiento	4.40941592
PA8	Valores personales, flexible ante nuevas situaciones	4.36744518
PA5	Tolerancia a los fracasos, investigación y autonomía	4.3651792
PA1	Trabajo en equipo, toma de decisiones, negociar, comunicación efectiva	4.26853171
PA2	Pensamiento sistémico, creativo y conciencia social	4.18821771
PA6	Respeto por la diversidad y el medio ambiente, creación de redes y trabajo en contexto internacional	3.75348876

Tabla 5-5: Valoración de Factores de CGS por egresados

ID	Factor	Egresados
PA5	Tolerancia a los fracasos, investigación y autonomía	4.38846656
PA8	Valores personales, flexible ante nuevas situaciones	4.37086023
PA1	Trabajo en equipo, toma de decisiones, negociar, comunicación efectiva	4.19566571

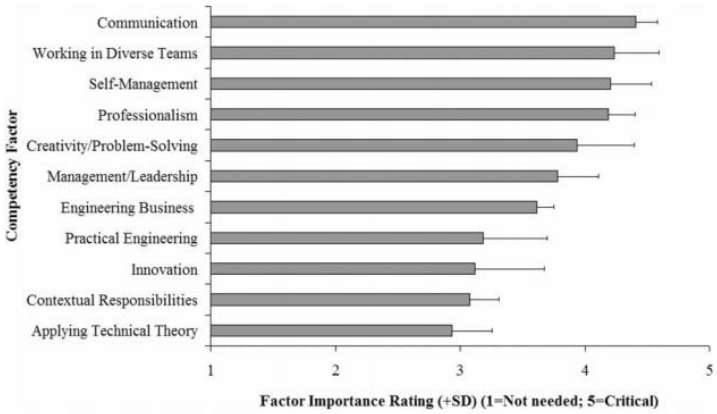
PA3	Liderazgo, gestión de proyecto, emprendimiento	4.06047048
PA2	Pensamiento sistémico, creativo y conciencia social	3.97816411
PA6	Respeto por la diversidad y el medio ambiente, creación de redes y trabajo en contexto internacional	3.67025033

5.2.7 Comparación con otros estudios

Existen varios proyectos y estudios que se han dedicado a la revisión de las CG, sin embargo en la literatura revisada solo se encontró el estudio de CG de Australia el cual utilizó la metodología de análisis factorial.

Este estudio fue aplicado a 300 Ingenieros de Australia para evaluar las CG importantes para su trabajo, y también, estas competencias fueron valoradas por un grupo de expertos. Su resultado final fue la selección de 64 CG agrupadas en un conjunto de 11 factores los cuales son los siguientes:

Figura 5-37: CG Ingenieros de Australia.



Nombre de la fuente: Tomado del estudio de Australia (S. A. Male et al., 2011a)

Las competencias en el estudio de Australia Profesionalismo, negocios, ingeniería práctica, innovación, responsabilidades contextuales y teoría técnica, no tuvieron una correspondencia en el modelo de factores de este trabajo. Se puede observar que los negocios en ingeniería y la teoría técnica no son CG para este trabajo porque son técnicas, y por ello es que varias competencias del estudio de Australia fueron excluidas.

Y los demás factores si tuvieron una correspondencia muy similar.

Tabla 5-6: Comparación factores de Australia con este estudio

ID	Factor este estudio	Factor Australia

PA3	Liderazgo, gestión de proyecto, emprendimiento	Gestión y liderazgo
PA8	Valores personales, flexible ante nuevas situaciones	
PA5	Tolerancia a los fracasos, investigación y autonomía	Manejo de si mismo
PA1	Trabajo en equipo, toma de decisiones, negociar, comunicación efectiva	Comunicación Trabajar en diversos equipos
PA2	Pensamiento sistémico, creativo y conciencia social	Creatividad y resolución de problemas
PA6	Respeto por la diversidad y el medio ambiente, creación de redes y trabajo en contexto internacional	Trabajar en diversos equipos

En cuanto a la valoración, existen diferencias importantes, por ejemplo la comunicación que es más importante en el estudio de Australia, lo egresados valoran más el liderazgo, gestión de proyecto y emprendimiento. En cambio el liderazgo no es tan importante para los ingenieros de Australia.

Competencias transversales para Ingenieros eléctricos y de computación considerando la demanda de mercado

Este estudio analizó las principales habilidades blandas demandadas por el mercado en "innovación en ingeniería", específicamente para los ingenieros eléctricos y los ingenieros de computación, y se basó en la cantidad de anuncios extraídos del sitio Jobs de IEEE. Como conclusión las principales competencias identificadas son la comunicación, el trabajo en equipo, el liderazgo, la resolución de problemas, el trabajo multidisciplinario y las habilidades de análisis (Yanaze & Lopes, 2014).

Tabla 5-7: Comparación factores con competencias Jobs de IEEE

ID	Factor este estudio	Competencia Jobs de IEEE
PA1	Trabajo en equipo, toma de decisiones, negociar, comunicación efectiva	Comunicación Trabajo en equipo Trabajo multidisciplinario
PA2	Pensamiento sistémico, creativo y conciencia social	Resolución de problemas Habilidades de análisis

Las competencias más importantes del estudio Jobs de IEEE difieren con las de este estudio las cuales corresponden a los factores PA5-Tolerancia a los fracasos, investigación y autonomía, y PA8-Valores personales, flexible ante nuevas situaciones.

5.2.8 CG valoradas por los ISC

Finalmente y como resultado de este estudio se presenta la lista completa de las competencias genéricas seleccionadas y su valoración por parte de los ISC.

Tabla 5-8: CGS valoradas por los ISC de la UNC del año 2000 al 2010

Competencia	Descripción competencia	Valoración egresados
C2	Actuar dentro de los estándares legales y éticos profesionales	4.784755838
C10	La toma de decisiones profesionales con ética y dentro de las limitaciones de tiempo y de conocimiento	4.59923769
C5	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis	4.595481908
C1	Valores y atributos personales	4.569594285
C30	Gestionar el su propio desarrollo personal y profesional	4.56586271
C9	Resolución de problemas	4.549916571
C28	Manejo del tiempo, las prioridades, la calidad de resultados, la motivación, la eficiencia, las emociones, balance vida-trabajo y la salud	4.522927602
C31	Habilidad para Trabajar en forma autónoma	4.507195797
C19	Trabajar de una manera que sea consistente con el trabajo en equipo, generalmente interdisciplinario, la confianza y el respeto a los demás miembros del equipo, la gestión de conflictos y construyendo la cohesión del equipo	4.435074959
C7	Comunicación efectiva, oral y escrita.	4.415345244
C33	Compromiso con la Calidad	4.403844687
C21	Capacidad para negociar, ser asertivo, defender enfoques y necesidades	4.355675701
C3	Capacidad para actuar en nuevas situaciones, siendo flexible, adaptable, dispuestos a participar con incertidumbre o problemas mal definidos y comprender sus implicaciones	4.353061258
C15	Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	4.319240214
C44	Orientación a la misión y a los resultados	4.317008892
C39	Pensamiento sistémico	4.283406768

C4	Poseer tolerancia a los fracasos	4.274876842
C43	Capacidad para comprender otros puntos de vista, necesidades y valores de las personas.	4.248851168
C6	Pensamiento creativo, crítico y autocrítico	4.24160266
C36	Mantenerse al día con los acontecimientos actuales, conceptos de negocio contemporáneos, y la investigación de nuevos conocimientos, técnicas y tecnologías	4.232490383
C27	Gestión de sus propias comunicaciones (pe. Mantenerse al día de manera completa y precisa)	4.194608554
C22	Tener una orientación a la acción	4.189925153
C11	Capacidad de aplicar el conocimiento práctico, habilidades y el conocimiento de técnicas, tecnologías, herramientas, dispositivos y sistemas, de tipo interdisciplinario y multidisciplinario	4.178106981
C42	Capacidad para investigar y experimentar	4.138530914
C12	Recopilación, Análisis, Organización e Interpretación de la información comprendiendo su importancia y limitaciones (pe. De compañeros de trabajo, colegas, documentos, observaciones)	4.136680019
C16	Habilidades interpersonales	4.107894693
C35	Estar familiarizado con el trabajo por proyectos	4.068925569
C29	Es decir, el comportamiento y la presentación personal;. Por ejemplo, tener confianza, ser respetuoso	4.033380918
C34	Liderazgo	4.009218245
C24	Ser leal a su organización	3.945355899
C14	Pensamiento estrategico	3.92780473
C32	Capacidad para formular y gestionar proyectos.	3.919310601
C23	Coordinar el trabajo de los demás	3.905678318
C8	Capacidad de comunicación en un segundo idioma	3.875562938
C17	Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.	3.818638463
C20	Preocuparse por el bienestar de los demás en su organización	3.800827941
C25	La creación de redes personales y organizacionales	3.784514771
C18	Habilidad para trabajar en contextos internacionales	3.749738895
C13	Conciencia de la amplia aplicabilidad de la profesión	3.715646576
C26	Tutorías y entrenamiento con compañeros de trabajo	3.699426854
C40	Evaluar el impacto de las soluciones tecnológicas en los contextos sociales, culturales y políticos (local y global)	3.530308488
C41	Participar en el espíritu empresarial, la innovación, y la identificación y comercialización de oportunidades	3.520142169
C37	La comprensión de las dimensiones sociales y políticas de los lugares de trabajo	3.509919461

C38	Evaluar, promover, y mejorar la salud, la seguridad y el medio ambiente	3.298932644

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

En este trabajo se revisó la importancia que tienen las CG para los ISC de la UNC. Esto es debido a que en el entorno laboral y social, el ISC desarrolla competencias que complementan las competencias técnicas.

En algunas variables del contexto laboral tales como el año de grado, cargo, sector económico, años de experiencia, tamaño de la empresa, el tipo de vinculación y el salario, se presentan diferencias significativa entre las diferentes categorías en las que se clasifican cada una de dichas variables, pero en general todas los factores de las CG y las mismas CG con valoradas para el éxito laboral del ISC.

Otros hallazgos importantes son que el contexto laboral del egresado está relacionado con todos los sectores económicos, las mujeres y los hombres presentan una valoración muy similar de los distintos factores de CG, y no se esperaba que los años de experiencia tuvieran una relación inversa con la valoración de los factores.

Finalmente y gracias al método de Análisis Factorial se pudo determinar un conjunto reducido de competencias que se encuentran agrupadas en factores que representan su información estadística, y como factor más importante fue identificado la tolerancia a los fracasos, investigación y autonomía, habilidades críticas para el buen desempeño del ISC en su entorno laboral, lo cual se diferencia al concepto de los expertos quienes atribuyeron a una mejor valoración la CG Liderazgo, gestión de proyecto, emprendimiento.

6.2 Recomendaciones

Este trabajo permite tener una estimación de las CG que debe desarrollar un ISC por lo tanto puede ser fundamental para tenerlo en cuenta en la UNC, y así incluir en los programas de pregrado estrategias para la enseñanza de este tipo de competencias.

6.3 Trabajo futuro

El contexto de estudio puede ser analizado y profundizado definiendo contextos más específicos en donde se espera que la importancia de las CG cambie de acuerdo a los procesos de desarrollo de software involucrados (Holtkamp, Jokinen, & Pawlowski, 2015) o incluso al rol como arquitecto de software y director de proyectos de software.

En otros trabajos de las CG se pueden involucrar agentes tomadores de decisiones en políticas tanto de formación en las universidades como en los sectores económicos para obtener el punto de vista que tiene la sociedad sobre el ISC. Además se puede profundizar en competencias que son complejas tales como el pensamiento crítico y creativo, el liderazgo, la gestión de proyectos y el pensamiento sistémico.

A. Anexo: CD

En el CD se pueden encontrar las bases de datos de las valoraciones de las competencias por expertos y por egresados, y además la base de datos de las competencias que fueron identificadas con base en la literatura.

Bibliografía

ACM. (2013). *ACM Curriculum Guidelines for Undergraduate Programs in Computer Science CS2013-final-report*.

ACOFI. (2007). *El ingeniero colombiano del año 2020: retos para su formación: foros preparatorios XXVI Reunión Nacional*. ACOFI.

Álvarez Portilla, G. C., & Jiménez Martínez, S. (2013). Impacto Social de las Prácticas Profesionales de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Simón Bolívar - Barranquilla, 1–15.

Ángela Carrillo, Mario Sánchez, & Jorge Villalobos. (2016, julio). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC 2017 - 2022. Recuperado 23 de enero de 2018, a partir de http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/plan-ctei-tic-2017-2022_0.pdf

Ángeles Sánchez Elvira, M. Ángeles LópezpGonzález, & M. Virginia Fernández Sánchez. (2010). ANÁLISIS DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS EN LOS NUEVOS TÍTULOS DE GRADO DEL EEES EN LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS.

Anguís, D. (2012). Development and assessment of generic competences in engineering degrees through creativity.

Association for Computing Machinery (ACM), & IEEE Computer Society. (2016). *Computer Engineering Curricula 2016: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering*.

Barreira Arias, A. J., Sobrado Fernández, L. M., & Ocampo Gómez, C. I. (2005). Competencias actitudinales de los orientadores escolares de educación secundaria.

Bell, S. (2011). *Engineers, Society, and Sustainability*. Morgan & Claypool.

Beneitone, P. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina: informe final Proyecto Tuning América Latina: 2004-2007*. Proyecto Tuning América Latina.

Bradley, J. M., & Keating, C. B. (2014). Systems theory for a competency model framework. En *2014 9th International Conference on System of Systems Engineering (SOSE)* (pp. 61-66). https://doi.org/10.1109/SYSOSE.2014.6892464

Brooks, J. M., Carroll, J. S., & Beard, J. W. (2011). Dueling Stakeholders and Dual-Hatted Systems Engineers: Engineering Challenges, Capabilities, and Skills in Government Infrastructure Technology Projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *58*(3), 589-601. https://doi.org/10.1109/TEM.2010.2058858

Chan, C. K. Y., Fong, E. T. Y., Luk, L. Y. Y., & Ho, R. (2017). A review of literature on challenges in the development and implementation of generic competencies in higher education curriculum. *International Journal of Educational Development*, *57*, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2017.08.010

Córdova, A. V. (2010). Competencias cognitivas en la Educación Superior. *Revista Electrónica de Desarrollo de Competencias*, *2*(6), 34–64.

Costello, A. B., & Osborne, J. W. (2005). Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most From Your Analysis. *Exploratory Factor Analysis*, *10*(7), 9.

Crespo, L. E. S., Parra, A. S. O., Rosado, D. G., Estrada, S. C., & Medina, E. F. (2016). Competency Assessment of the Engineering Software for the Curricular Orientation of Students. *IEEE Latin America Transactions*, *14*(6), 2823-2837. https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7555261

De la Fuente Arias, J., Justicia Justicia, F., Casanova, P. F., & Trianes, M. V. (2005). Percepción sobre la construcción de competencias académicas y profesionales en Psicólogos. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, *3*(5), 3–34.

Derro, M. E., & Williams, C. R. (2009). Behavioral competencies of highly regarded systems engineers at NASA. En *2009 IEEE Aerospace conference* (pp. 1-17). https://doi.org/10.1109/AERO.2009.4839712

FEDESOFT-SENA. (2008). *Caracterización Ocupacional de la Teleinformática en Colombia*.

Forment, M. A., Caetano, N., Garcia-Peñalvo, F., Amante, B., & Martínez, R. (2015). A focus on teaching and learning the sustainability and social compromise skills. *Journal of Technology and Science Education*, *5*(4), 229-234. https://doi.org/10.3926/jotse.214

Frank, M. (2012). Engineering systems thinking: Cognitive competencies of successful systems engineers. *Procedia Computer Science*, *8*, 273–278. https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.01.057

Frank, M., & Kasser, J. (2012). Assessing the Capacity for Engineering Systems Thinking (CEST) and Other Competencies of Systems Engineers. En *Systems Engineering-Practice and Theory*. InTech.

Freire Seoane, M., Teijeiro Alvarez, M., & others. (2010). Competences of graduates as an indicator of external quality assurance in universities. *Regional and Sectoral Economic Studies*, *10*(3), 1–15.

Gordon, J., Halász, G., Krawczyk, M., Leney, T., Michel, A., Pepper, D., … Wiśniewski, J. (2009). Key competences in Europe: Opening doors for lifelong learners across the school curriculum and teacher education. Recuperado a partir de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1517804

Gotterbarn, D., Miller, K., & Rogerson, S. (1999). Software engineering code of ethics is approved. *Communications of the ACM*, *42*(10), 102–107.

Guangorena, A. G. S., Gabriela, A., Acosta, A., Carmen, M. del, Casas, Z., Ofelia, L., … Martín. (2015). *Las Competencias Laborales: Estudio Exploratorio En El Sector Industrial De La Comarca Lagunera (Labor Competencies: An Exploratory Study in the Industrial Sector in the Comarca Lagunera)* (SSRN Scholarly Paper No. ID 2500928). Rochester, NY: Social Science Research Network. Recuperado a partir de http://papers.ssrn.com/abstract=2500928

Heinis, T. B., Goller, I., & Meboldt, M. (2016). Multilevel Design Education for Innovation Competencies. *Procedia CIRP*, *50*, 759-764. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.120

Heise, M., & Meyer, W. (2004). An overarching conceptual framework for assessing key competences in an international context. *Impact of education and training: third report on vocational training research in Europe. Background report. Luxembourg: Publications Office. Cedefop Reference Series*, *54*, 320–381.

Helenius, M. (2013). Business and Information Systems Engineering – In Quest for Research and Education Agenda in Europe. En *2013 IEEE 15th Conference on Business Informatics (CBI)* (pp. 180-189). https://doi.org/10.1109/CBI.2013.34

Holmes, N. (2011). The Profession and Digital Technology.

Holtkamp, P., Jokinen, J. P. P., & Pawlowski, J. M. (2015). Soft competency requirements in requirements engineering, software design, implementation, and testing. *Journal of Systems and Software*, *101*(Supplement C), 136-146. https://doi.org/10.1016/j.jss.2014.12.010

Ibarra, S., William, M., Sarache, A., Maidely, C., García, S., Estrategia, L. a, … Castro, S. (2004). IMPACTO SOCIAL DE LOS PROGRAMAS DE PREGRADO. *UNIVERSIDAD EAFIT*.

Infosys - Universidad EAFIT. (2014). *Brecha de Talento Digital Infosys – Universidad EAFIT*. Universidad EAFIT.

Jansma, P. A., & Jones, R. M. (2006). Systems Engineering Advancement (SEA) Project. *Retrieved June*, *24*, 2011.

Juan Fuente Aquilino A., Nieto, C., Suárez, M., Pérez, J. R., Cernuda, A., Luengo, M. C., … others. (2005). El libro Azul de la Ingeniería en Informática: una alternativa al Libro Blanco. *I Jornadas de Innovación Docente de la EUITIO*, 67.

Julliard, Y., & Schwab, A. J. (2000). Social competences and personal ethical development-soft skills or a need for survival? En *IEEE International Symposium on Technology and Society, 2000. University as a Bridge from Technology to Society* (pp. 57-61). https://doi.org/10.1109/ISTAS.2000.915579

Kasser, J., Hitchins, D., Frank, M., & Zhao, Y. Y. (2013). A framework for benchmarking competency assessment models. *Systems Engineering*, *16*(1), 29-44. https://doi.org/10.1002/sys.21217

Longrew, J., Huelles, M., & Xionak, C. (2014). El arte y la ciencia de la Ingeniería de Sistemas. *RACCIS*, 27–34.

Low, S. M. (2006). Developing Undergraduate Students' Multi-Engineering Skills through Projects on Embedded System. En *7th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, 2006. ITHET '06* (pp. 513-516). https://doi.org/10.1109/ITHET.2006.339805

Male, S. A., Bush, M. B., & Chapman, E. S. (2011a). An Australian study of generic competencies required by engineers. *European Journal of Engineering Education*, *36*(2), 151-163. https://doi.org/10.1080/03043797.2011.569703

Male, S. A., Bush, M. B., & Chapman, E. S. (2011b). Understanding generic engineering competencies. *Australasian Journal of Engineering Education*, *17*(3), 147-156.

Male, S., Chapman, E., & others. (2005). Assessing the generic competencies of engineering graduates: preliminary report from an ongoing research program. Recuperado a partir de http://search.informit.com.au/documentSummary;dn=516109966304768;res=IELENG

Mekovec, R., Aničić, K. P., & Arbanas, K. (2018). Developing Undergraduate IT Students' Generic Competencies Through Problem-Based Learning. *TEM Journal*, *7*(1), 193-200. https://doi.org/10.18421/TEM71-24

MINTIC. (2014). *Iniciativa Fortalecimiento de la industria de TI/SW e ITO*. Recuperado a partir de http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-659.html

MinTIC, & FEDESOFT. (2015a). *Caracterización De la Brecha de Talento Digital en Colombia*. Recuperado a partir de http://fedesoft.org/estudios/EstudiodeBrechaTalentoTI2015.pdf

MinTIC, & FEDESOFT. (2015b, diciembre). ESTUDIO DE SALARIOS DEL SECTOR DE SOFTWARE Y TI DE COLOMBIA. Recuperado 23 de enero de 2018, a partir de http://cenisoft.org/estudios/EstudiodeSalarios2015.pdf

MinTIC, & FEDESOFT. (2015c, diciembre). INFORME DE CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR DE SOFTWARE Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN COLOMBIA.

Montero Curiel, M. L. (2010). El proceso de Bolonia y las nuevas competencias.

Olivera, S. W. (2011). Taxonomia de bloom. *Universidad Cesar Vallejo*, *4*.

Ortiz, V. H. C., Prowesk, K. V. S., Rodríguez, A. F. U., Lesmes, C. N. L., & Ortiz, F. A. (2011). Definición y clasificación teórica de las competencias académicas, profesionales y laborales. Las competencias del psicólogo en Colombia. *Psicología desde el Caribe*, *133*(28), 133–165.

Palma Lama, F. M., Miñán Ubillús, E. A., & Ríos Carmenado, I. de los. (2011). Competencias genéricas en ingeniería: un estudio comparado en el contexto internacional.

Parra Castrillón, E., & Londoño Giraldo, E. (2007). Resultados de investigación - Impacto del egresado del programa de Ingeniería Informática y su desempeño con respecto a la industria del software. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (22). Recuperado a partir de http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=194220377005

REDIS. (2010). *Primer Encuentro Nacional de Ingeniería de Sistemas: hacia una prospectiva de la profesión en Colombia.* Recuperado a partir de http://es.scribd.com/doc/129369996/Retos-de-la-ing-de-sistemas-ano-2015#scribd

REDIS. (2015). VI ENCUENTRO NACIONAL DE DIRECTORES DEL PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y AFINES. «PROSPECTIVA DEL INGENIERO DE SISTEMAS». Recuperado 18 de mayo de 2018, a partir de http://www.acofi.edu.co/redis/wp-content/uploads/2016/05/memorias-ecci.pdf

Rodríguez Esteban, A. (2012). Las competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior: tipologías. Recuperado a partir de http://buleria.unileon.es/handle/10612/1481

Rossoni, L., Engelbert, R., & Bellegard, N. L. (2016). Normal science and its tools: Reviewing the effects of exploratory factor analysis in management. *Revista de Administração - RAUSP*, *51*(2), 198-211.

Ruiz de Vargas, M., Jaraba Barrios, B., & Romero Santiago, L. (2005). Competencias laborales y la formación universitaria. *Psicología desde el Caribe*, (16).

RuizMorales, Y. A., BiencintoLópez, C., GarcìaGarcìa, M., & Carpintero, E. (2017). Evaluación de competencias genéricas en el ámbito universitario a través de entornos virtuales: Una revisión narrativa. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, *23*(1). https://doi.org/10.7203/relieve.23.1.7183

Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2000). A Contribution of the OECD Program “Definition and Selection of Competencies”: Theoretical and Conceptual Foundations. *Definition and Selection of Key Competencies. INES General Assembly. Acedido a*, *16*.

Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2002). Definition and selection of competencies (DeSeCo): theoretical and conceptual foundations. *Strategy Paper: an Overarching Frame of Reference for a Coherent Assessment and Research Program on Key Competencies–www. deseco. admin. ch*.

Rychen, Dominique Simone, Salganik, L. H., & McLaughlin, M. E. (2002). Definition and Selection of Key Competencies. Contributions to the Second DeSeCo Symposium.

Sedelmaier, Y., & Landes, D. (2014). Software engineering body of skills (SWEBOS). *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, (April), 395–401. https://doi.org/10.1109/EDUCON.2014.6826125

Serna M., Edgar. (2013). *Libro Blanco de la Ingeniería de Software en América Latina*. Recuperado a partir de http://fundacioniai.org/Libro3.pdf

Shahzad, F., Xiu, G., & Shahbaz, M. (2017). Organizational culture and innovation performance in Pakistan's software industry. *Technology in Society*, *51*, 66-73. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.08.002

Staehr, L. J. (2002). Helping computing students develop a personal ethical framework. *IEEE Technology and Society Magazine*, *21*(2), 13-20. https://doi.org/10.1109/MTAS.2002.1010053

Strijbos, J., Engels, N., & Struyven, K. (2015). Criteria and standards of generic competences at bachelor degree level: A review study. *Educational Research Review*, *14*, 18-32. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.01.001

The definition and selection of key competencies - Executive Summary. (2005).

The Joint Task Force on Computing Curricula (Association for Computing Machinery IEEE-Computer Society). (2013). *Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science* (pp. 1–172).

Valencia Restrepo, D. (2000). Crisis y Futuro de la Ingeniería. *Revista Ingeniería y Competitividad*, *2*(2), 63–68.

Villarroel, V., & Bruna, D. (2014). Reflexiones en torno a las competencias genéricas en educación superior: Un desafío pendiente. *Psicoperspectivas*, *13*(1), 22–34.

Whitcomb, C., Khan, R., & Giachetti, R. (2017). Systems engineering competencies for enterprise transformation. En *2017 12th System of Systems Engineering Conference (SoSE)* (pp. 1-5). https://doi.org/10.1109/SYSOSE.2017.7994951

Williams, B., Onsman, A., & Brown, T. (2010). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices. *Australasian Journal of Paramedicine*, *8*(3).

Yanaze, L. K. H., & Lopes, R. de D. (2014). Transversal competencies of electrical and computing engineers considering market demand. En *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (pp. 1-4). https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044169

Young, J., & Chapman, E. (2010). Generic competency frameworks: a brief historical overview. *Education Research and Perspectives*, *37*(1), 1.

Zingaretti, L., Castellaro, M., & Zanitti, L. (2016). Una experiencia curricular de innovación y emprendedorismo en ingeniería.