

Colombia y la formación en TI

Acercamiento a competencias y necesidades en tecnologías emergentes.

DOI: 10.29236/sistemas.n160a4

Claudio Camilo González Clavijo

Edgar José Ruiz Dorantes

Alexandra Aparicio Rodríguez

Arellys de Jesús Rodríguez

Sonia Ximena Moreno Molano

En los últimos años se han generado en todo el mundo, y particularmente en Colombia, múltiples manifestaciones en distintos medios de comunicación y fuentes de análisis, sobre la creciente brecha de talento humano para soportar las necesidades de expansión de las empresas de la industria de las Tecnologías de Información (TI), como (Duque, 2021), (Abudinen, 2020), (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019), (RutaN, 2020), entre otros. En consecuencia, la mirada se dirige hacia el ecosistema de educación superior y sus programas académicos de formación del talento

humano requerido por el sector TI para apalancar su crecimiento, además de otros actores que puedan implementar iniciativas para complementar el desarrollo de competencias, con connotaciones distintas como la denominada educación para el trabajo y el desarrollo humano, o las cientos de certificaciones de herramientas y procesos ofertadas por *partners* de las grandes empresas de TI.

En Colombia hasta el año 2018, los programas tradicionales de formación en el campo de Tecnología de Información (TI) se clasificaban en

el Área denominada *Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y Afines*, por lo general en el Núcleo Básico de Conocimiento de *Ingeniería de sistemas, telemática y afines*. Pero, a partir del citado año, con la incorporación de la Clasificación Internacional Normalizada de Educación –CINE F 2013 AC–, surge la disyuntiva de ubicar los programas en dos clasificaciones distintas: i) *Campo Amplio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)* y *Campo Específico Tecnologías de la Información y la Comunicación* y ii) *Campo Amplio de Ingeniería, Industria y Construcción* y *Campo Específico de Ingeniería y profesiones afines*. Quienes defen-

dían la clasificación de los programas de Ingeniería de Sistemas y afines en el primer campo argumentaban la correspondencia de la denominación del programa con las tecnologías de información y comunicación, mientras que aquellos que defendían la ubicación en el segundo campo tenían como principal argumento la identidad con la denominación de ingeniería. Así como el debate fue extenso, también las decisiones generaron una división en las clasificaciones. De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (SINIES, 20-21), se registran 869 programas de educación superior activos, distribuidos así (Tabla 1).

Tabla 1.

NIVEL DE FORMACIÓN	Campo Amplio: Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) No. de Programas: 1354	%	Campo Amplio: Ingeniería, Industria y Construcción No. de Programas: 162	%	Total
Doctorado	7	0,5%	1	0,6%	8
Maestría	82	6,1%	16	9,9%	98
Especialización Universitaria	245	18,1%	2	1,2%	247
Universitaria (Profesional)	157	11,6%	139	85,8%	296
Tecnológico	585	43,2%	2	1,2%	587
Técnico Profesional	191	14,1%	2	1,2%	193
Especialización Tecnológica	80	5,9%	0	0%	80
Especialización Técnica Profesional	7	0,5%	0	0%	7

Fuente: SINIES (Fecha de consulta: 15-09-2021)

Es preciso aclarar que con el nuevo sistema de clasificación del SNIES (Sistema Nacional de Información de Educación Superior) es mucho más complejo ubicar la totalidad de programas relacionados con un campo profesional, como el de las Tecnologías de Información, en los Campos amplios, Específicos y Detallado, considerando que la búsqueda no es fácilmente parametrizable, debido a que son las IES las que determinan cómo realizar y justificar esa categorización de un programa. En el presente ejercicio, la búsqueda e identificación de programas sobre el Campo Amplio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) fue relativamente rápida, mientras que con el Campo Amplio de Ingeniería, Industria y Construcción el proceso ha sido mucho más engorroso y la selección final se hizo uno a uno, por afinidad en las denominaciones. De igual forma, es probable

que haya programas, especialmente de nivel Técnico profesional, Tecnológico y de posgrado (por ejemplo, maestrías y doctorados de denominación genérica), que han sido ubicados en otros Campos Amplios y Campos Específicos. Por estas razones, podría presentarse variación en búsquedas y selecciones posteriores. No obstante, los datos presentados acá han sido cuidadosamente identificados y procesados, bajo el criterio de la afinidad de la denominación con el campo TI, para los propósitos del análisis.

De igual forma, según (SNIES, 20-21), durante el segundo semestre del año 2020 se registraron 111.691 estudiantes matriculados en los programas en la citada clasificación del CINE F 2013 AC, y en el mismo Campo, con la siguiente distribución por Niveles de Formación (Tabla 2).

Tabla 2.

Nivel de Formación	No. De Matriculados	Promedio de Matriculados x Programa
Doctorado	45	5,6
Maestría	1.596	16,3
Especialización Universitaria	1.373	5,6
Universitaria (Profesional)	26.825	90,6
Tecnológico	49.196	83,8
Técnico Profesional	4.776	24,7
Especialización Tecnológica	1.951	24,4
Especialización Técnica Profesional	Sin reporte	Sin reporte

Del análisis de los datos de los niveles de formación y la matrícula de estudiantes, se obtienen interesantes relaciones, dentro de las cuales se destacan las siguientes:

1. El bajo número de programas para formación doctoral (7), lo cual refleja la gran brecha de nuestro país para tener competitividad en escenarios de Ciencia, Tecnología e Innovación, tal como lo planteó el entonces director de Colciencias, Diego Hernández, “Hay un déficit de doctores, estamos graduando en promedio 12 doctores por millón de habitantes, unos 740 se gradúan en el país, pero se necesita subir mínimo a 24 por millón de habitantes. La meta que se propuso la Misión de Sabios hace 30 años era que tuviéramos 1.000 doctores por millón de habitantes. Es decir, tenemos un déficit de 30.000 doctores en el país. Con 45 millones de habitantes deberíamos tener 45.000 doctores.” (La República, 2019). De igual forma, este nivel de formación es el que presenta el promedio más bajo de estudiantes matriculados por programa, con tan sólo 5,6 estudiantes por programa.

2. El número de Especializaciones Universitarias (247), un nivel de formación que sólo tiene reconocimiento en Colombia y unos pocos países más, es superior al número de programas de nivel universitario, cuyos egresados se pretende especializar, según la definición de la ley 30 de 1992, “los programas de especialización son aquellos

que se desarrollan con posterioridad a un programa de pregrado y posibilitan el perfeccionamiento en la misma ocupación, profesión, disciplina o áreas afines o complementarias”. Así mismo, con 5,6 estudiantes matriculados por programa, es también el primer nivel de formación con menor promedio, y con casi dos tercios menos de lo que registran los programas del nivel de maestría, siendo este un nivel de aceptación mundial; este nivel de formación, con 98 programas, es decir, cerca del 40% de los programas de nivel de especialización, alcanza una población estudiantil más alta, lo que evidencia no sólo mayor pertinencia, sino también mayor efectividad.

3. El número de estudiantes matriculados en los programas de nivel tecnológico equivale al 183% de los matriculados en los programas de nivel universitario, porcentaje que puede indicar una positiva respuesta a los llamados del sector productivo para fortalecer la formación de nivel técnico profesional y tecnológico. En este aspecto, el Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA– es el gran abanderado del proceso, aportando el 73% de esos estudiantes.

Para el caso de la formación universitaria, la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas –ACIS–, en su libro “Caracterización de la Ingeniería de Sistemas y programas afines en Colombia” establece que “recorrer la vida de la

Ingeniería de Sistemas en Colombia es un reto y un viaje a través de la vida de muchas personas, muchas industrias, muchos visionarios. Reconocer que ha evolucionado y continúa haciéndolo es visualizar que esta disciplina permite repensarse a sí misma para ver su propia limitación, sus propios logros y su propio futuro, más allá de un paradigma eminentemente tecnológico, multidisciplinario” (ACIS,

2015). Parte de esa evolución está planteada en las denominaciones, pero también en la incorporación de la Clasificación Internacional Normalizada de Educación –CINE– F 2013 AC, aplicada en el SNIES a partir del año 2018; en consecuencia, de los 273 programas de nivel universitario, en 24 denominaciones distintas. La distribución es la siguiente (Tabla 3).

Tabla 3.

DENOMINACIÓN	Campo Amplio: Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) No. de Programas	Campo Amplio: Ingeniería, Industria y Construcción No. de Programas
INGENIERÍA DE SISTEMAS	29	120
INGENIERÍA DE SOFTWARE	24	2
INGENIERÍA EN TELEMÁTICA	20	0
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN	17	1
INGENIERÍA INFORMÁTICA	20	1
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA	0	3
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES	0	2
INGENIERÍA MULTIMEDIA	6	4
INGENIERÍA DE DATOS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL	5	0
INGENIERÍA EN ANALÍTICA DE DATOS	2	0
INGENIERÍA EN DISEÑO DE ENTRETENIMIENTO DIGITAL	2	0
INGENIERÍA DE DATOS Y SOFTWARE	1	0
INGENIERÍA EN CIENCIA DE DATOS	1	0

INGENIERÍA EN INFORMÁTICA	1	0
INGENIERÍA EN INTELIGENCIA DE NEGOCIOS	1	0
INGENIERÍA EN MULTIMEDIA	1	1
INGENIERIA EN SEGURIDAD DE LA INFORMACION	1	0
INGENIERÍA EN SOFTWARE	1	0
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES	1	0
INGENIERIA TELEMATICA	1	1
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL	0	1
INGENIERIA DE SISTEMAS CIBERNETICOS	0	1
INGENIERIA DE SISTEMAS DE INFORMACION	0	1
INGENIERIA DE SOFTWARE Y COMPUTACIÓN	0	1

Fuente: SNIES (Fecha de consulta: 15-09-2021)

Como puede apreciarse en la tabla, predomina la denominación tradicional de Ingeniería de Sistemas, manteniéndose otras con décadas de trayectoria (Sistemas y Computación, Informática, Software, Telemática), pero han empezado a aparecer algunas que denotan un enfoque particular en tecnologías emergentes: Inteligencia artificial, Analítica y Ciencia de datos, Seguridad de la información, Multimedia, Inteligencia de negocios, Entretenimiento digital, entre ellas, planteando una disrupción en relación con los campos de formación y de

ocupación que tradicionalmente se asociaron con los egresados de las ingenierías con denominaciones tradicionales.

En relación con la articulación de la educación con la industria TI y el denominado Talento Digital, los Ministerios de las TIC y el de Educación Nacional han liderado la construcción del Marco Nacional de Cualificaciones (MEN, 2017), e iniciaron su puesta en marcha a través de un proyecto piloto en el sector TIC, dada la importancia y relevancia de la industria a nivel local e

internacional; el trabajo correspondiente al sector TI se ha adelantado a través de diversas estrategias, diseñando nuevas cualificaciones que tendrían un impacto positivo en la industria, pues se encuentran alineadas con las tendencias locales e internacionales, así como gracias a directrices del Ministerio de Educación para articular los programas académicos al citado Marco.

Tasa de empleabilidad e ingresos promedios

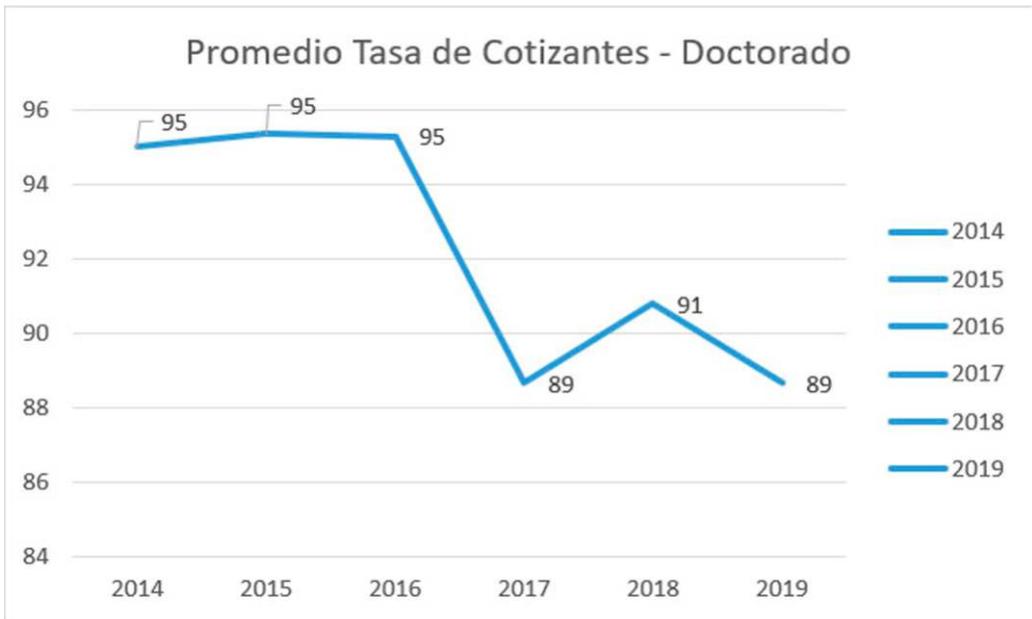
De acuerdo con datos del Observatorio Laboral de Educación (OLE, 2021), sobre graduados de programas académicos del campo de las TI, en los años 2014 a 2019,

podemos encontrar los siguientes indicadores relacionados con tasas de cotizantes al sistema de seguridad social (Gráfica 1).

Según la gráfica, la tasa de cotizantes de los profesionales con formación doctoral, si bien ha estado en niveles muy altos, entre los años 2016 a 2019 se redujo hasta en seis puntos porcentuales (Gráfica 2).

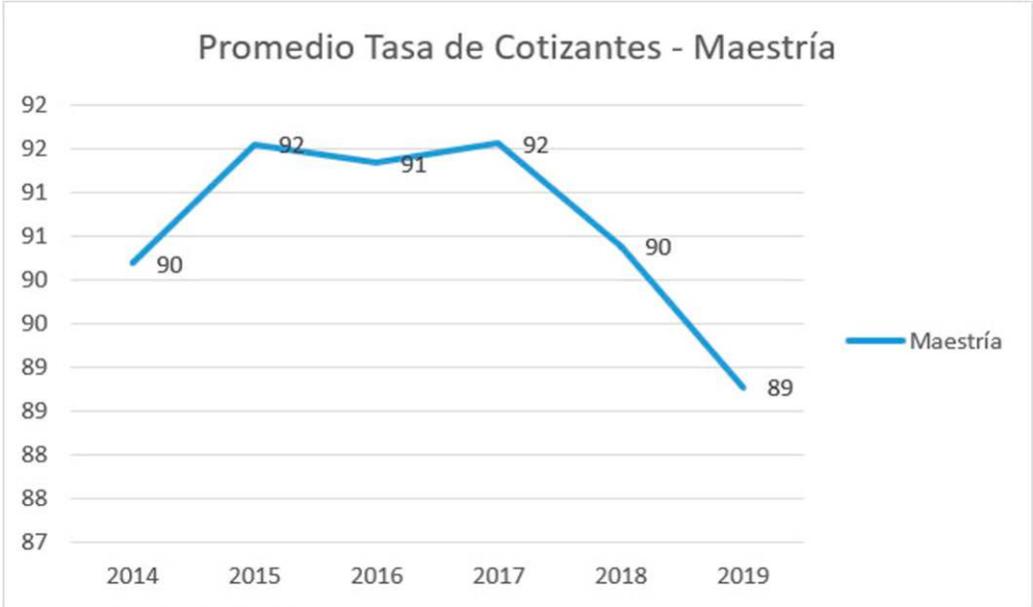
Para el caso de la tasa de cotizantes de los profesionales con formación de magister, si bien ha estado en niveles muy altos, entre los años 2017 a 2019 se redujo hasta en tres puntos porcentuales (Gráfica 3).

Gráfica 1.



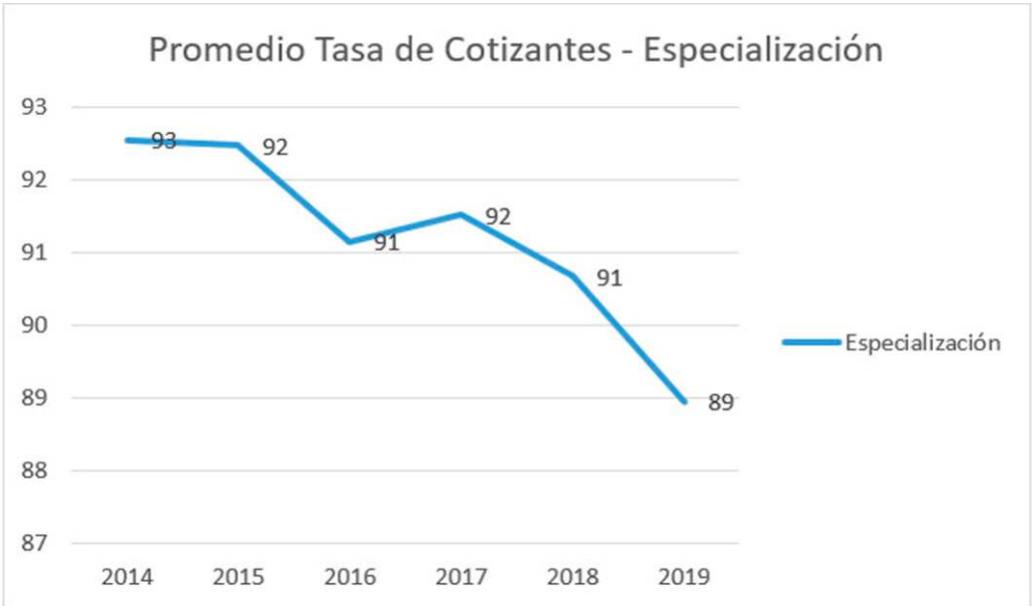
Fuente: (OLE,2021)

Gráfica 2.



Fuente: (OLE,2021)

Gráfica 3.



Fuente: (OLE,2021)

Nuevamente se observa para la tasa de cotizantes de los profesionales con formación de especialistas, que, si bien ha estado en niveles muy altos, entre los años 2017 a 2019 se redujo hasta en tres puntos porcentuales (Gráfica 4).

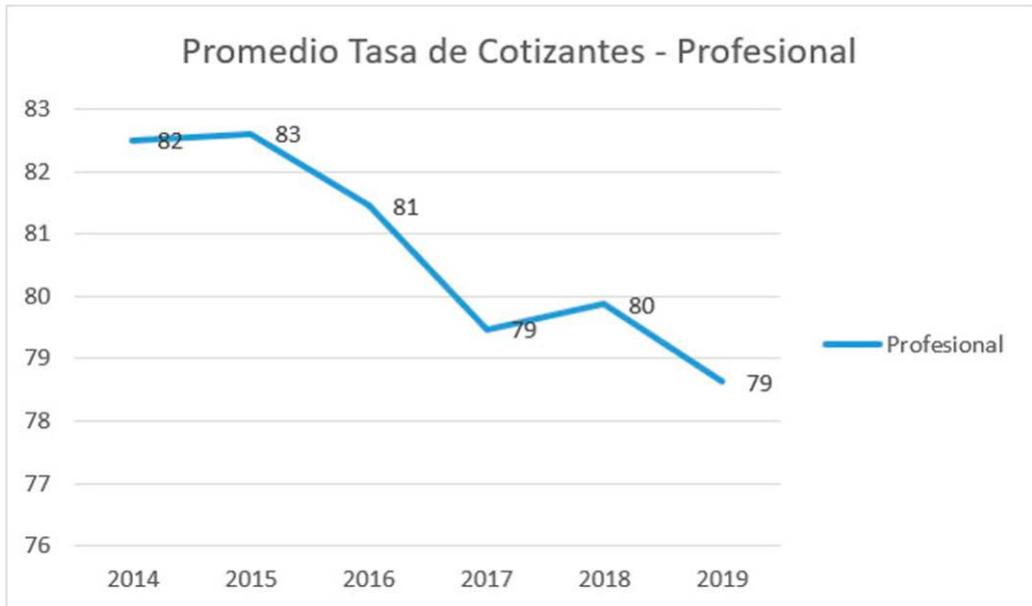
Para el caso de los graduados en los programas profesionales, la tasa de cotizantes se ha venido reduciendo entre 2015 a 2019 en cuatro puntos porcentuales (Gráfica 5).

De igual manera, la tasa de cotizantes de los profesionales con formación de tecnológica entre los años 2015 a 2019 se redujo hasta en dos puntos porcentuales.

En relación con los datos de tasa de cotizantes graduados en 2014 y 2015, entre profesionales del campo de las TI, se puede concluir que:

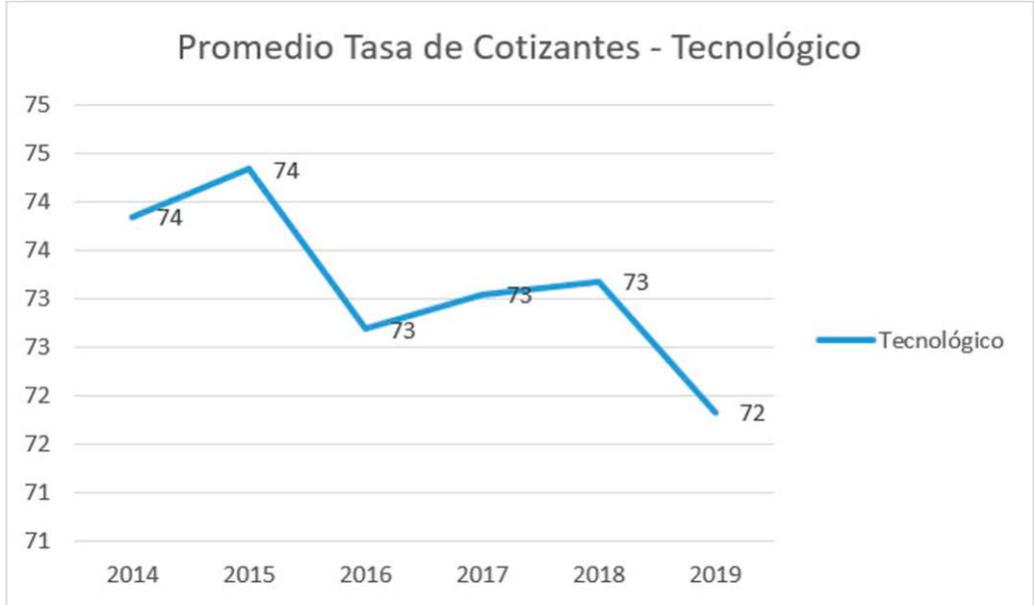
- A mayor nivel de formación, la tasa de cotizantes es más alta.
- En la actualidad, los graduados de nivel tecnológico tienen la más baja tasa de cotizantes.
- Existe un considerable incremento de hasta 10 puntos porcentuales entre los graduados con nivel de formación universitaria y los graduados con nivel especialista.
- La diferencia de cotizantes con nivel de especialización y los de nivel maestría es casi nula.

Gráfica 4.



Fuente: (OLE,2021)

Gráfica 5.



Fuente: (OLE,2021)

- Para todos los graduados, en los últimos años registrados se evidencia una disminución en las tasas de cotizantes.

En el mismo (OLE, 2021) se han extraído datos sobre el ingreso promedio de los cotizantes graduados en los años 2014 y 2015 (Tabla 4).

Tabla 4.

Nivel de Formación del Egresado	Ingreso promedio graduados 2014	Ingreso promedio graduados 2015	Variación entre años	Incremento por Nivel de Formación
Tecnología	\$ 1.451.499,01	\$ 1.494.987,36	3%	
Universitario	\$ 2.400.503,62	\$ 2.512.207,42	5%	65%
Especialista	\$ 3.666.736,49	\$ 3.786.968,86	3%	53%
Maestría	\$ 4.318.675,22	\$ 4.500.103,97	4%	18%

Fuente: (OLE,2021)

De acuerdo con los datos de ingreso promedio de los cotizantes, se puede concluir que:

- Los cotizantes con nivel de formación de tecnólogo tienen el más bajo ingreso promedio de todos los profesionales del campo TI, con 65% menos ingreso que un profesional con nivel universitario.
- El ingreso promedio de los cotizantes con nivel de formación de tecnólogo es inferior a dos salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- Un profesional graduado también en una especialización mejora 53% su ingreso promedio, mientras que si se gradúa de magíster mejora su ingreso un 80%.
- La considerable diferencia en el ingreso promedio de un profesional con nivel de tecnólogo, además de la tasa de cotizantes más baja de todos los niveles, explica razonablemente la expectativa que estos profesionales manifiestan en seguir su proceso de formación a nivel universitario y luego a nivel de posgrado.
- Es evidente que los ingresos promedio de los profesionales se incrementan cuando logran escalar en los niveles de formación.

Referentes más comunes para el diseño de programas académicos

Con el propósito de generar un marco conceptual y teórico que permita conocer y reconocer las características de los programas de formación en TI frente al ámbito

nacional e internacional, se reconocen los siguientes referentes:

- Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society. Computer Science Curricula.
- Swebok. Guide to the Software Engineering. Body of Knowledge. Versión 3.0.
- Caracterización del Sector de Teleinformática, Software y TI en Colombia 2015 – SENA – MIN-TIC y FEDESOFTE.
- Tendencias de la Ingeniería de Sistemas de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas.
- Marco Nacional de Cualificaciones del Ministerio de Educación Nacional.

La Joint ACM/IEEE-CS Task Force on Computing Curricula es un comité que continúa una tarea comenzada por ACM en 1965, estableciendo regularmente recomendaciones curriculares actualizadas sobre la disciplina. Desde 1991 ACM/IEEE ha producido reportes conjuntos, ampliamente acogidos por la comunidad académica internacional. También se encuentra de manera independiente, siendo estas entidades la fuente de referencias en la construcción de los currículos de programas en el área TI.

Para ACM, se resaltan las siguientes propuestas de formación en las áreas de la computación de acuerdo con el Computing Curricula: The Overview Report (CC2020) suministra las pautas para el diseño de

currículos en siete subdisciplinas definidas como: Ciencias de la Computación, Ingeniería Informática, Sistemas de Información, Tecnología de la Información, Ingeniería de Software, Seguridad Cibernética, y Ciencia de Datos.

Para cada una de dichas subdisciplinas, ACM establece un cuerpo de conocimiento organizado en áreas. Las más representativas para el análisis y construcción de currículos en computación que han sido revisadas por el Computing Curricula entre el 2001 y el 2021, son:

- Algoritmos y complejidad
- Arquitectura y organización
- Ciencias de la Computación
- Estructuras discretas
- Gráficos y visualización
- Interacción persona-computadora
- Garantía y seguridad de la información
- Gestión de la información
- Sistemas inteligentes
- Redes y comunicaciones
- Sistemas operativos
- Desarrollo basado en plataforma
- Computación en paralelo y distribuida
- Lenguajes de programación
- Fundamentos del desarrollo de software
- Ingeniería de software
- Fundamentos de sistemas
- Problemas sociales y práctica profesional

Algunas de estas áreas de conocimiento han estado presentes en todo el desarrollo y evolución de la

disciplina, otras han sido revisadas de forma significativa en Computing Curricula, así como otras son nuevas y han crecido en importancia desde 2001 y ahora son parte integral los estudios en computación, como son la seguridad informática y el aseguramiento de la información.

Por otra parte, el consorcio formado por compañías de tecnologías de información y de comunicaciones europeas y por la Asociación Tecnológica Europea de Industrias de la Electrónica, la Información y las Comunicaciones (EICTA) denominado Career Space, trabaja en colaboración con la Comisión Europea en la aplicación de tecnologías de información y comunicaciones en Europa y en la formación de personal capacitado para llevar a cabo esta tarea. Las directrices para el desarrollo curricular son documentos que establecen una visión europea de lo que debe ser la formación en informática. A diferencia de los documentos de ACM / IEEE, el documento de Career Space tiene un enfoque guiado por las necesidades de las empresas y por los perfiles de capacidades profesionales genéricas de TI.

Se han elaborado dieciocho perfiles genéricos de puestos de trabajo en las siguientes áreas:

Telecomunicaciones

- Ingeniería de radiofrecuencia (RF)
- Diseño digital

- Ingeniería de comunicación de datos
- Diseño de aplicaciones para el procesamiento digital de señales
- Diseño de redes de comunicación

Software y servicios

- Desarrollo de software y aplicaciones
- Arquitectura y diseño de software
- Diseño multimedia
- Consultoría de empresas de TI
- Asistencia técnica

Productos y sistemas

- Diseño del producto
- Ingeniería de integración y pruebas e implantación y pruebas
- Especialista en sistemas

Intersectoriales

- Dirección de marketing de TIC
- Dirección de proyectos de TIC
- Desarrollo de investigación y tecnología
- Dirección de TIC
- Dirección de ventas de TIC

Software Human Resource Council (SHRC), es una agencia canadiense que se preocupa por el desarrollo del recurso humano y la definición de los perfiles profesionales para el sector software. SHRC actúa como un agente de cambio principal para la industria del software y tiene como propósito:

- Maximizar la oferta y la calidad de los nuevos participantes en la fuerza de trabajo de software.

- Mejorar los niveles de habilidad de los que ya están en la industria.
- Realizar un seguimiento de los cambios en la oferta y la demanda de trabajadores de software.
- Integrar el proceso continuo de formación educativa.
- Mejorar la definición y la imagen de los trabajadores del sector con el fin de atraer nuevos participantes.
- Promover los perfiles de competencia laboral que asisten a la industria canadiense de software para competir eficazmente en el mercado internacional.

SWEBOK v3.0, Software Engineering Body of Knowledge, es un documento sobre el Cuerpo de Conocimiento de Ingeniería de Software, un proyecto de la IEEE Computer Society y representa un consenso con relación a la disciplina. El SWEBOK, ha establecido cinco (5) objetivos principales:

1. Proveer una visión consistente en todo el mundo de la ingeniería de software.
2. Especificar el alcance de la ingeniería de software, con relación a otras disciplinas como la informática, la gestión de proyectos y la ingeniería informática.
3. Caracterizar el contenido de la disciplina de la ingeniería de software.
4. Proporcionar un acceso al cuerpo de conocimiento de la ingeniería de software.

5. Proporcionar una base para el desarrollo de planes de estudios y certificaciones.

Swebok, está organizado en quince (15) áreas de conocimiento, así:

- Requisitos de Software
- Diseño de software
- Construcción de software
- Pruebas de software
- Mantenimiento del software
- Gestión de la configuración de software
- Gestión de ingeniería de software
- Proceso de ingeniería de software
- Modelos y métodos de ingeniería de software
- Calidad del software
- Práctica profesional de ingeniería de software
- Economía de la ingeniería de software
- Fundamentos de la computación
- Fundamentos matemáticos
- Fundamentos de ingeniería

Swebok también identifica siete (7) disciplinas que se cruzan con la ingeniería de software, estas son:

- Ingeniería Informática
- Ciencias de la Computación
- Administración General
- Matemáticas
- Gestión de proyectos
- Gestión de la calidad
- Ingeniería de Sistemas

A nivel Nacional, la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas –ACIS– es una organización

sin ánimo de lucro que agrupa a más de 1500 profesionales en el área de sistemas y tiene como objetivos estratégicos:

1. Promover la disciplina de las tecnologías de información y fortalecer el gremio del talento de TI.
2. Potenciar el Talento Humano de Tecnología Informática contribuyendo a su formación y actualización profesional.
3. Apoyar la aplicación y práctica responsable de la tecnología informática.
4. Velar por la formación y aplicación idóneas de la TI en el país.

Los roles de los profesionales en TI

Con respecto al mercado laboral colombiano relacionado con el sector TI, específicamente en el campo de la Ingeniería de Sistemas, se han identificado distintos roles, tanto en el plano laboral como en el sector educativo. De acuerdo con el estudio de salarios del sector de software y TI de Colombia, desarrollado por Mintic y Fedesoft, se establecen los cargos relacionados en el área de operaciones los cuales son: Gerente de operaciones, Gerente de desarrollo, Arquitecto de software Senior, Arquitecto de software estándar, Arquitecto de software junior, Líder de desarrollo senior, Líder de desarrollo estándar, Líder de desarrollo junior, Líder de calidad Senior, Líder de calidad estándar, Líder de calidad junior, Ingeniero de desarrollo Senior, Ingeniero de desarrollo estándar, Inge-

niero de desarrollo junior, Administrador de la configuración, Analista especificador / Funcional / Negocio senior, Analista especificador / Funcional / Negocio estándar, Analista especificador / Funcional / Negocio junior, Administrador de base de datos, Analista de pruebas senior, Analista de pruebas estándar y Analista de pruebas junior. El mismo estudio establece los siguientes cargos para el área de servicio al cliente y comercial: Gerente servicio al cliente, Director de proyecto, Coordinador de proyecto, Líder / Consultor funcional – Senior, Líder / Consultor funcional - Estándar, Líder / Consultor funcional – Junior, Ingeniero de servicios / Soporte senior, Ingeniero de servicios / Soporte estándar, Ingeniero de servicios / Soporte junior, Analista de servicio / Soporte, Gerente comercial, Director Comercial, Gerente de zona/Regional y Gerente de Producto / línea /cuenta (MINTIC y Fedesoft, 2015, pp. 19-81)

Dada la dinámica cambiante en ésta área de formación, los diferentes roles en el sector TI, tanto en el área productiva como comercial, y el afán que tienen instancias gubernamentales, gremios del sector y empresarios por generar más capacidades de oferta de talento humano para la industria TI, es necesario considerar e identificar la percepción que los profesionales del área TI tienen sobre el mercado laboral, de forma tal que sea posible contrastar las diversas visiones y generar estrategias dentro del sec-

tor TI para el fortalecimiento de la profesión. Esto en razón a que las múltiples campañas, estrategias y acciones para formar más talento humano, sin marcos de referencia para el control cuantitativo y cualitativo, podría desequilibrar considerablemente la ecuación de oferta y demanda de profesionales, lo cual generaría un inevitable deterioro en la oferta salarial y reconocimiento laboral de estos profesionales.

A partir de las descripciones anteriores, surgen interrogantes, como: ¿Cuál es la percepción que los profesionales del área TI tienen sobre el mercado laboral, nacional o internacional, para los egresados de programas académicos relacionados con TI?

¿Cuál es el impacto que tienen las diferentes titulaciones de los profesionales de TI en la sociedad?

¿Cuáles son las necesidades que, en términos de competencias, reconocen los egresados de programas académicos del sector TI, en relación con su desarrollo profesional?

¿Qué estrategias se pueden implementar para fortalecer procesos formativos institucionales y competencias profesionales en TI, que respondan a las necesidades del contexto global?

En consecuencia, se plantea la total pertinencia de un análisis que

tome como fuente primaria de información a los profesionales del sector TI, egresados de los programas de Ingeniería de Sistemas y afines, explorando aspectos como:

- Aporte de la formación al ejercicio profesional: Bajo esta categoría, además de conocer la institución en la cual obtuvo su título profesional, también es posible identificar el relacionamiento de la institución con su egresado, la relevancia de su profesión en el país donde labora, como también el desempeño dentro del mercado laboral y a su nivel de satisfacción.

- Necesidades de cualificación: Esta categoría puede ser dividida en tres partes; la primera corresponde con la formación posgradual, tomando en consideración que un posgrado hoy en día es de gran importancia, debido a que permite al profesional profundizar en un sector específico dentro del abanico de alternativas que tiene su área de conocimiento, así como apuntar a mejores ofertas laborales y mayor remuneración salarial; por tanto, no basta conocer si el egresado cuenta con este tipo de formación, sino también el porcentaje que existe de profesionales con titulación posgradual y sus motivaciones para optar por ello, o las razones que se lo impiden. La segunda orientada a identificar si cuenta con otro tipo de actualización a través de cursos o seminarios después de graduado, pues esta formación permite identificar las necesidades y el tipo de

cualificación dentro del sector TI y bajo que modalidad se desarrolla. Y la tercera ligada a las tecnologías de información, donde se pueda identificar cómo se encuentra el egresado en conocimientos, experiencias y deseos de cualificación entre las 10 tendencias tecnológicas propuesta por Gartner (2020).

- Campos de actuación profesional: Esta categoría se compone de dos partes, la primera está demarcada por la empleabilidad de los egresados dentro del campo de actuación en el sector TI y su nivel de satisfacción, en cuanto a su desarrollo profesional y calidad de vida. La segunda parte es la identificación del egresado como emprendedor en el área de TI y, de ser así, si ha tenido el apoyo de entidades gubernamentales o privadas, orientación o capacitación por parte de la institución que egresó y escollos que se presentan al momento de emprender.

- Otros elementos relevantes para determinar una mejor y más efectiva formación del talento humano alineando necesidades y oportunidades para el desarrollo del país.

Referencias

Abudinen, K. (2020). Colombia podría alcanzar un déficit de 112.000 programadores en 2025. *Elempleo*. <https://www.eempleo.com/co/noticias/noticias-laborales/colombia-podria-alcanzar-un-deficit-de-112000-programadores-en-2025-6209>

- ACIS - Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (2021). Colombia y la Tarea de Cerrar su Brecha de Profesionales TI. <https://acis.org.co/portal/content/noticiasdelsector/colombia-y-la-tarea-de-cerrar-su-brecha-de-profesionales-ti>
- ACM-IEEE. (2020). COMPUTING CURRICULA 2020, Paradigms for Global Computing Education. <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>
- Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas. ACIS. www.acis.org.co
- Cámara de Comercio de Bogotá (2019). Talento humano, una prioridad del Clúster de Software y TI. <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Software-y-TI/Noticias/2019/Noviembre-2019/Talento-humano-una-prioridad-del-Cluster-de-Software-y-TI>
- Duque, X. (2021). El plan de FEDESOFTE para que el sector tecnológico siga creciendo. *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/innovacion/fedesoft-plan-para-que-sector-tecnologico-siga-creciendo-en-colombia-554262>
- Gartner (2020). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends For 2020. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020>
- Hernández, D. (2019). Hay déficit de doctores, graduamos en promedio 12 por millón de habitantes. *La República*. <https://www.larepublica.co/economia/hay-deficit-de-doctores-graduamos-en-promedio-12-por-millon-de-habitantes-2890483>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2003). Metodología de la investigación. Cuarta edición. México: Mc Graw Hill
- IEEE - Computer Society. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). Versión 3.0. 2014
- MEN (2017). Marco Nacional de Cualificaciones, Sector TIC. https://cms.mineduccion.gov.co/sstatic/cache/binaries/articles-362829_recurso.pdf?binary_rand=1637
- Ministerio de Educación Nacional. Marco Nacional de Cualificaciones. Sector TIC – Tecnologías de la Información y las comunicaciones. Colombia. 2017. http://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-362829_recurso.pdf
- Rodríguez D, M., y Forero R, C. (2015). Caracterización de la Ingeniería de Sistemas y programas afines en Colombia. Asociación Colombiana de Ingeniería de Sistemas. <http://52.1.175.72/portal/sites/all/themes/argo/assets/img/Pagina/LibrosACIS/Investigacion.pdf>
- RutaN (2020). A 2025 Colombia necesitará 200.000 especialistas en TI. <https://www.rutanmedellin.org/es/tendencias/item/informe-talento-2020>

Claudio Camilo González Clavijo. Decano de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD-. Doctorado en curso sobre Tecnología Educativa de la Universidad de Lleida (España); Magister en Educación de la Universidad de San Buenaventura; Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia; Ingeniero de Sistemas de la Universidad Central. Miembro de ACIS, Vicepresidente de Membresías de LACCEI (Latin American and Caribbean Engineering Institutions), Miembro del Consejo Directivo de ACOFI (en representación de la UNAD). Sus intereses y aportes en investigación están relacionados con Educación en ingeniería, Tecnologías de Información, Aseguramiento de calidad de la educación, Educación a distancia y virtual.

Edgar José Ruiz Dorantes. Director del Área Académica de Industrias y Tecnologías Digitales de la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Maestro en Tecnología Educativa Instituto Tecnológico de Monterrey (México), Especialista en Sistemas de Información Gerencial y Programa de Alta Gerencia de la Universidad de los Andes, Especialista en Administración de Empresas de la Universidad del Rosario, Especialista en Entornos Virtuales de Aprendizaje de la Organización de Estados Iberoamericanos OEI e Ingeniero de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes. Miembro del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería – COPNIA seccional Cundinamarca.

Alexandra Aparicio Rodríguez, Docente Ocasional con funciones especiales. Líder Nacional del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Ingeniera de Sistemas y Magister en Educación y TICs de la Universitat Oberta de Catalunya. Líder del Comité de currículo de REDIS-Bogotá.

Arellys de Jesús Correa R. Mag., Ingeniera de sistemas del Politécnico Gran Colombiano, Máster of Art in Education, Specialization in Online Education, de la UNAD – Florida y candidata a Magister en Gestión de Tecnologías de la Información con la UNAD. Actualmente docente e investigadora de tiempo completo de esta misma institución en la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería, líder del semillero de investigación Innova del programa de Ingeniería de sistemas; Presidente del Nodo REDIS-Caribe. Sus contribuciones están relacionadas con generación de contenidos virtuales y diseño instruccional para el modelo de educación a distancia.

Sonia Ximena Moreno M., Docente Ocasional Líder del Programa de Especialización en Seguridad Informática de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Magister en Administración Educativa del Tecnológico de Monterrey, Ingeniera de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia. Miembro Fundador de la Red Colombiana de Investigación en Ciberseguridad - RedCIC, y del Capítulo de Ciberseguridad de la Sociedad Colombiana de Computación.