

• Mayda Patricia González-Zabala, Ernesto Amaru Galvis-Lista •

Tendencias en la formación en el campo de la computación – Análisis de programas de maestría en Colombia

Trends in training in the field of computing - Analysis of master's programs in Colombia

*Mayda Patricia González-Zabala**, *Ernesto Amaru Galvis-Lista***

ABSTRACT

This paper presents an analysis of master's programs that currently exist in Colombia to provide education in the field of computing. For performing this work, a four steps methodology was used: i) identification of the academic offer, ii) recompilation of information, iii) classification of the programs iv) and generation of reports and analysis of the findings. The main results are the characterization of the academic offer of master programs in computing, the names of the programs, their granted academic degrees, and the research areas, which were analyzed and classified by taking as reference the curricula recommendations by the Association for Computing Machinery - ACM. Finally, this study provides elements that enrich the ongoing discussion that occurs in the academic community in the country, on the present and future of computer education at different levels, and particularly in the master level.

keywords: Computing, Exploratory study, Master programs, Colombia

RESUMEN

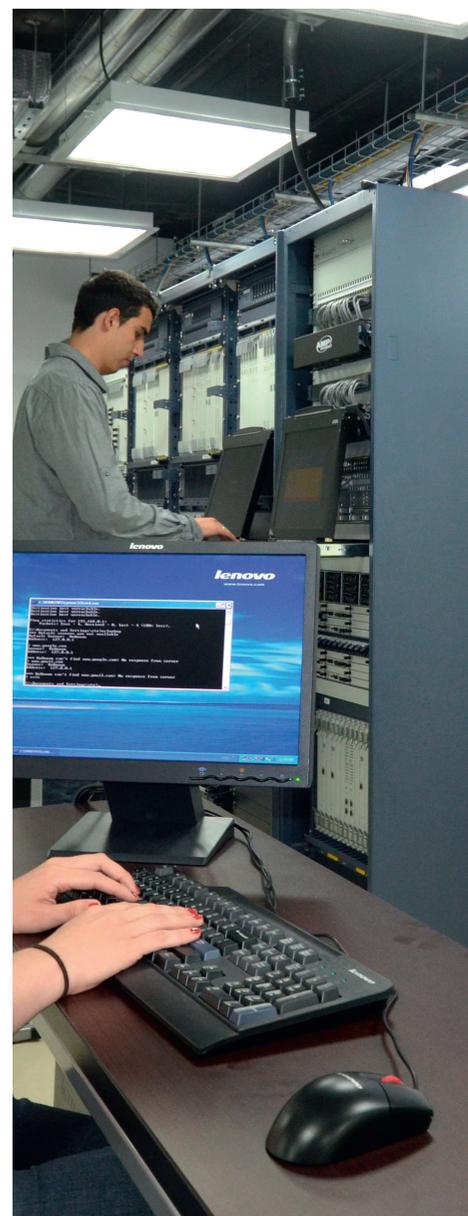
Este artículo presenta un análisis de los programas de maestría que existen actualmente en Colombia para brindar formación en el campo de la computación. Para su desarrollo se utilizó una metodología compuesta por cuatro etapas: i) Identificación de la oferta académica, ii) búsqueda de información, iii) clasificación de los programas, iv) generación de informes y análisis de hallazgos. Los principales resultados son la caracterización de la oferta de maestrías en computación, el análisis de las denominaciones de los programas, los títulos que se otorgan y las líneas de investigación, las cuales fueron analizadas y clasificadas tomando como referentes las guías y recomendaciones curriculares de la Asociación para la Computación – ACM. Finalmente, los hallazgos brindan elementos que enriquecen la discusión que se da en la comunidad académica del país sobre el presente y futuro de la formación en computación en los diferentes niveles, y particularmente en el nivel de maestría.

Palabras clave: Computación, Estudio exploratorio, Programas de Maestría, Colombia.

Fecha de recepción: 2015-04-21 - Fecha aceptado: 2015-06-27

* Ingeniera de Sistemas, Magister en Informática – UIS. Doctora en Ingeniería de Sistemas y Computación – UNAL. Trabaja en la Universidad del Magdalena. Colombia. mpgonzalez@unimagdalena.edu.co

** Ingeniero de Sistemas, Magister en Informática - UIS Doctor (c) en Ingeniería de Sistemas y Computación – UNAL. Trabaja en la Universidad del Magdalena. Colombia. egalvis@unimagdalena.edu.co



1. INTRODUCCIÓN

La evolución del conocimiento y la dinámica de cambios económicos, sociales y culturales de la sociedad, generan necesidades y retos que deben abordarse con investigación, desarrollo e innovación. En este sentido, los programas de postgrado a nivel de maestría y doctorado, juegan un papel crucial no solo en la formación de personas con las competencias para entender y abordar los nuevos retos, sino en la creación de conocimiento pertinente a las necesidades de la sociedad.

En Colombia, se ha entendido la importancia que tienen los programas de formación a nivel de postgrado y se han diseñado e implementado políticas públicas nacionales y regionales que los promueven. Con esto se busca que los resultados obtenidos en los programas académicos apalancen los procesos productivos y la competitividad, a través de la creación de conocimiento y la innovación. Así

mismo, en estas políticas se establecen las áreas clave en las que se deben desarrollar los programas de formación para lograr la transformación y el desarrollo deseado. Ejemplos de estas políticas pueden encontrarse en el CONPES 3678 de 2010, denominado “Política de Transformación Productiva: Un modelo de desarrollo sectorial para Colombia” [1], el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 [2], o el Plan Prospectivo y Estratégico de la Región Caribe Colombiana [3].

Particularmente, en los últimos años, el gobierno colombiano ha promovido la formación de profesionales y de investigadores en Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) con el fin de aprovechar las grandes potencialidades y expectativas de crecimiento y desarrollo local, nacional e internacional que tiene el sector TIC. En tal sentido, se han implementado programas para desarrollar la competitividad, la investigación, la innovación y la proyección internacional del sector TIC en el país, como el programa Talento Digital [4], el cual financia la formación de talento humano en diferentes áreas relevantes para el sector TIC.

Con esta apuesta, el país se intenta posicionar en uno de los campos del conocimiento que presen-

ta muchos retos, dado su avance vertiginoso y su importancia para el desarrollo de las actividades en los diferentes sectores de la sociedad. En este sentido, el alcance y cobertura de la formación debería cubrir todas las actividades de naturaleza técnica que involucran a los computadores. Por ejemplo, se debería abarcar el desarrollo de tareas como diseño y construcción de sistemas hardware y software, procesamiento, análisis y gestión de información, desarrollo de medios de comunicación y entretenimiento, estudio científico sobre el uso de los computadores en diferentes contextos, entre otras.

Sin embargo, en Colombia, la formación profesional en computación ha tenido diferentes matices desde su creación en la segunda mitad de la década de 1960 [5], todas cubiertas por una denominación “sombrija”, como lo es “Ingeniería de Sistemas”. Esto ha causado que las diferentes opciones tengan definidas tácitamente ciertas áreas de énfasis dentro del gran campo de la computación, dificultando el establecimiento de fronteras claras que determinen el alcance del quehacer de un profesional en determinada disciplina. Esta situación ha sido observada en otros estudios enfocados en el análisis de la formación en computación ofrecida a nivel profesional [6], pero no ha sido suficientemente analizada desde la perspectiva de los programas de formación a nivel de postgrado, específicamente a nivel de maestría.

En este orden de ideas, este estudio analiza los programas de maestría que existen actualmente en Colombia para brindar formación en investigación en el campo de la computación. El propósito es brindar elementos que enriquezcan la discusión permanente que se da en la comunidad académica del país sobre el presente y futuro de la formación en computación en los diferentes niveles, y particularmente en el nivel de maestría. En este sentido, el alcance del análisis realizado incluye la descripción de la oferta de programas por modalidad, localización geográfica, tipo de institución de educación superior y naturaleza jurídica de la institución de educación superior. Además, se analizan las denominaciones de los programas, los títulos que se otorgan y las líneas de investigación que

determinan el contenido del plan de estudios y los trabajos de grado. Estas líneas de investigación fueron analizadas y clasificadas tomando como referentes las guías y recomendaciones curriculares de la Asociación para la Computación – ACM, con el fin de construir una versión inicial del perfil disciplinar de la formación en computación a nivel de maestría que existe en el país. La realización de este estudio se dio en el marco de un proyecto de investigación desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena, cuyo objetivo es la creación de un programa de maestría en Ingeniería

Para dar cuenta del trabajo realizado y los resultados obtenidos, este artículo se ha estructurado en cuatro secciones principales. En la primera sección se presenta una descripción general del campo de la computación y de las disciplinas que lo conforman, la cual sirvió como referente para el análisis de los programas de maestría. En la segunda sección se presenta una síntesis de la metodología utilizada para desarrollar el estudio. Seguidamente, en la tercera sección se presentan los resultados obtenidos y finalmente, en la cuarta sección se presentan las conclusiones obtenidas con el trabajo.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA: EL CAMPO DE LA COMPUTACIÓN

Según [7], los programas de formación en computación surgieron en los años 60 con tres disciplinas: la Ciencia de la Computación (CC), enfocada al desarrollo de software y en los aspectos teóricos de la computación, la Ingeniería Eléctrica (IE), enfocada en el hardware, y Sistemas de Información (SI), centrada en la solución de problemas de negocios utilizando software y hardware. Posteriormente, en los años 80s, con el avance en el desarrollo de los microprocesadores, la IE se diversificó, dando origen a la Ingeniería del Computador (IC).

Durante los años 90s, la computación tuvo varios desarrollos significativos. El primero fue el fortalecimiento de la IC como disciplina enfocada en el diseño y programación de chips para control digital. Así mismo, la CC se con-

solidó como una disciplina con un cuerpo de investigación, conocimiento e innovación que incrementó su alcance de la teoría a la práctica. Por otra parte, surgió la Ingeniería del Software (IS), la cual se había desarrollado en el marco de la CC, enfocada en los métodos para el diseño y la construcción de artefactos, que garantizaran la fiabilidad y el correcto funcionamiento del software [7].

Por su parte, la disciplina SI se enfrentó al reto de dar respuesta a la complejidad generada por el auge del uso de los computadores en el ambiente de trabajo, lo cual produjo que las personas de las organizaciones tuvieran acceso a un mayor volumen de información, además del uso de la tecnología computacional como medio de comunicación y de soporte para la toma de decisiones. Adicionalmente, con el uso de los computadores como herramienta esencial en todos los niveles organizacionales, al final de los años 90s aparecieron programas de formación en Tecnología de Información (TI) los cuales daban respuesta a la necesidad de asegurar que la infraestructura computacional de las organizaciones fuera la adecuada y trabajara de forma confiable, además de dar soporte a los miembros de la organización.

Después de la década de los 90s, las disciplinas de la computación se fueron consolidando de tal forma que la IC asumió un rol enfocado al hardware computacional y su software relacionado, diferenciándose de la IE. Por otra parte, los programas de IS se concentraron en el desarrollo de software confiable y accesible. Además, los programas de SI se afianzaron en la aplicación de la tecnología a problemas de negocios, en estrecha relación con los programas de TI. La dinámica de cambios en el campo de la computación puede llevar al surgimiento de nuevas disciplinas para afrontar nuevos retos asociados a la tecnología y su aplicación.

Específicamente, el espacio problema de la computación va desde los aspectos teóricos hasta los aspectos de prácticos como son la aplicación, el despliegue y la configuración. Así mismo, considera un amplio foco de trabajo que va desde la orientación hacia las personas, la información

y el ambiente organizacional (Asuntos organizacionales y sistemas de información) hasta la orientación hacia los dispositivos y los datos (Hardware y arquitectura de computadoras). A continuación se especifica el campo de acción de las disciplinas de la computación.

A. Ciencias de la Computación (CC)

Esta disciplina abarca desde los fundamentos teóricos y algorítmicos hasta el desarrollo en robótica, sistemas inteligentes, bioinformática, visión de computadoras, entre otros. El trabajo se puede enfocar en: el diseño e implementación de software, en la conceptualización de nuevas formas de usar los computadores teniendo en cuenta el surgimiento de nuevas tecnologías, y en el desarrollo de soluciones para resolver problemas computacionales buscando el mejor desempeño posible, tales como el almacenamiento de datos, el mejoramiento de algoritmos, entre otros [8]. En la Figura 1 se presenta el espacio problema de la disciplina Ciencias de la Computación.

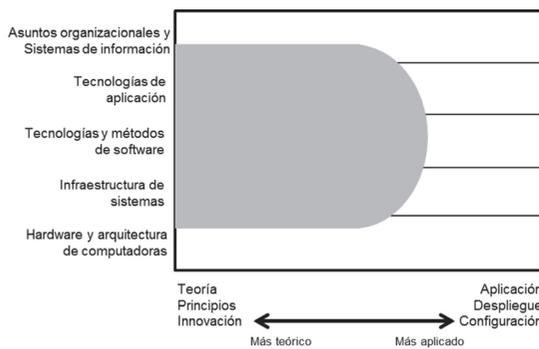


Figura 1. Espacio problema de la disciplina ciencias de la computación.

B. Ingeniería Computacional (IC)

Se orienta al diseño y construcción de computadoras y sistemas basados en computadoras. El énfasis del currículo es más orientado al hardware que al software. El trabajo se orienta al desarrollo de artefactos que tienen componentes software embebidos en el hardware [9]. En la Fig. 2 se presenta el espacio problema de la disciplina Ingeniería computacional.

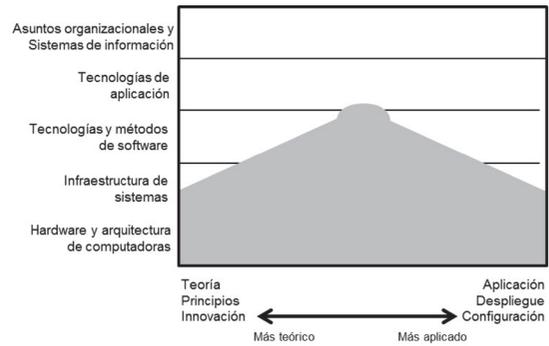


Figura 2. Espacio problema de la disciplina ingeniería computacional.

C. Ingeniería de Software (IS)

Esta disciplina se orienta al desarrollo y mantenimiento de software, buscando su confiabilidad y eficiencia. El trabajo se enfoca en el desarrollo de modelos y técnicas que permitan producir software de alta calidad [10]. En la Fig. 3 se presenta el espacio problema de la disciplina Ingeniería del software.

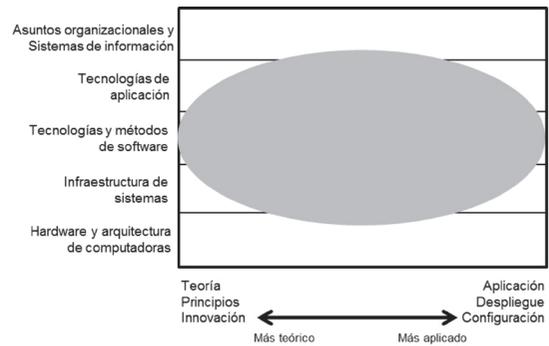


Figura 3. Espacio problema de la disciplina ingeniería del software.

D. Tecnología de Información (TI)

En esta disciplina se busca entender las necesidades tecnológicas de las organizaciones. El trabajo se centra principalmente en manejar adecuadamente la infraestructura de tecnología de información (TI), como las necesidades de aquellos que usan dicha tecnología. Además de seleccionar los productos hardware y software requeridos [11]. En la Figura 4 se presenta el espacio problema de la disciplina Tecnología de Información.

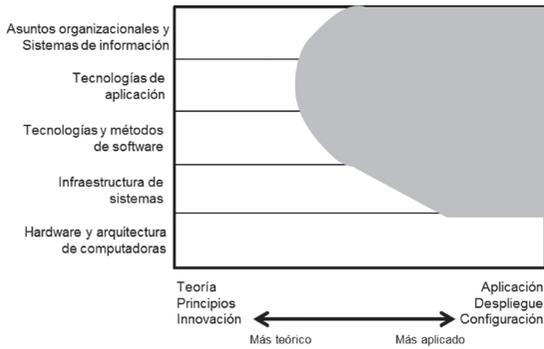


Figura 4. Espacio problema de la disciplina tecnología de información.

E. Sistemas de Información (SI)

Esta disciplina se enfoca en la integración de las soluciones de TI y los procesos de negocio para satisfacer las necesidades de información de las organizaciones con el fin de alcanzar sus metas de forma eficiente y efectiva. El trabajo se centra en el entendimiento y especificación de los requerimientos de los SI empresariales, el diseño y la implementación [12]. En la Fig. 5 se presenta el espacio problema de la disciplina Sistema de Información.

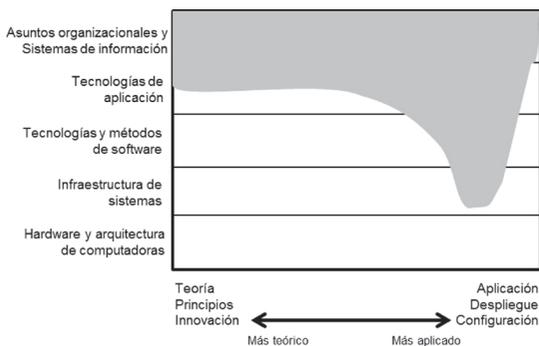


Figura 5. Espacio problema de la disciplina sistemas de información.

3. METODOLOGÍA

Para realizar este estudio se utilizó la metodología descrita por [13], la cual se compone de cuatro etapas. La primera etapa se enfoca en la identificación y selección de los programas académicos que van a ser analizados. Luego, en la segunda etapa, se busca la información de los programas seleccionados en diferentes fuentes.

Posteriormente, se realiza el análisis de los datos y por último, se sintetizan las conclusiones del trabajo y se generan los informes para reportar los resultados.

En la primera etapa se identificaron los programas de maestría que se ofrecen en el país, relacionadas con el campo de la computación. Para esto, se consultó, a corte 15 de septiembre de 2014, el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES. La búsqueda se hizo utilizando los siguientes criterios: Nivel académico: Posgrado; Nivel de formación: Maestría; Metodología: Presencial; Área de conocimiento: Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines; Núcleo básico de conocimiento: Ingeniería de sistemas, telemática y afines, Otras ingenierías y Sin clasificar. Posteriormente, se revisaron las descripciones obtenidas en el SNIES, para seleccionar los programas activos ofertados en el país.

Al realizar la búsqueda en el SNIES con los criterios establecidos se identificaron 77 programas de maestría ofertados en el país. De dicha oferta, 48 estaban relacionados con el núcleo de conocimiento de “Ingeniería de Sistemas, Telemática y Afines”, 22 con otras ingenierías, y siete sin clasificar. Sin embargo, se encontró que varios programas no estaban activos (siete). También se encontraron programas con denominaciones generales, como “Maestría en Ingeniería”, que no ofrecían líneas de formación relacionadas con la “Ingeniería de Sistemas, Telemática y Afines” (20 programas), y programas que a pesar de estar registrados como activos, al buscar información se encontraba que no existían datos de los mismos (tres programas). Por lo tanto, para asegurar la pertinencia del análisis, se descartaron 30 programas que no cumplían los criterios de inclusión. En este orden de ideas, el conjunto de programas a analizar quedó conformado por 47 maestrías.

Una vez seleccionados los programas de maestría a analizar, en la segunda etapa se consultó la información disponible los portales web de las instituciones de educación superior en donde se ofrecían los programas de maestría seleccionados para el análisis. Entre los documentos revisados se incluyeron acuerdos y otros actos administrativos relacionados con la creación y el funcionamiento del programa programas, páginas web

con descripción detallada de los programas, y otros materiales divulgativos y de marketing de los programas.

En la tercera etapa, se analizaron los datos con el fin de clasificar los programas utilizando variables como la ubicación geográfica, los tipos de institución educativa que lo oferta, denominación, título otorgado, y modalidad. También se realizó el análisis de las líneas de investigación. Por último, en la cuarta etapa, se analizaron y documentaron los resultados.

4. RESULTADOS

El análisis de la ubicación geográfica de los programas de los programas de maestría en el campo de la computación permitió identificar que el 68,1% de los 47 programas estaban ubicados en la Región Andina, el 18,8% en la Región Pacífica, y el 12,5% en la Región Caribe. También, se encontró que el Distrito Capital tenía la mayor oferta, con 13 programas, seguido por los departamentos de Antioquia y el Valle del Cauca con siete programas cada uno. En la Tabla I se presenta la distribución geográfica de los programas analizados.

Por otra parte, se encontró que de los 47 programas identificados, el 29,8% estaba ofertado por instituciones oficiales y el 70,2% por instituciones privadas. Además se identificó que el 95,7% de los programas estaban ofertados por universidades y el restante 4,3% por instituciones universitarias. En cuanto a las modalidades se encontró que el 36,2% de los programas estaban orientados exclusivamente a la investigación, el 21,3% a la profundización, y el 42,6% tenían las dos modalidades.

El 50% de las IES públicas ofertan programas de investigación y profundización, en cuanto que las IES privadas ofertan el 39,4% de sus programas

en las dos modalidades (Ver Tabla II). En detalle, la distribución de los programas por región, departamento y modalidad se presenta en la Tabla III.

En los 47 programas se identificaron 29 denominaciones diferentes. Particularmente, se encontró que la denominación “Maestría en Ingeniería” era la más utilizada, pues apareció en el 21,3% de los programas. La segunda denominación más frecuente fue la de “Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación” con el 10,6%, seguida de las denominaciones “Maestría en Ingeniería del Software” y “Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación”, utilizadas por el 6,4% de los programas cada una. Por su parte, la denominación “Maestría en Ingeniería – Ingeniería de Sistemas” era usada en el 4,2% de los programas. También se identificaron 24 denominaciones más, las cuales fueron utilizadas por el restante 50,1% de los programas. En el Apéndice 1 se presenta el detalle de las denominaciones y las modalidades en las que se desarrollan los programas de denominaciones iguales.

Tabla 1. Localización geográfica de los programas analizados.

Departamento	N	%
Bogotá D.C.	13	27,7
Antioquia	7	14,9
Valle del Cauca	7	14,9
Santander	5	10,6
Atlántico	5	10,6
Caldas	3	6,4
Cauca	2	4,3
Quindío	2	4,3
Boyacá	1	2,1
Bolívar	1	2,1
Risaralda	1	2,1
Total	47	100,0

Tabla 2. Distribución de los programas por modalidad y sector de la institución oferente.

Sector	Investigación		Investigación y Profundización		Profundización		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Privada	12	36,4	13	39,4	8	24,2	33	100
Oficial	5	35,7	7	50,0	2	14,3	14	100

Tabla 3. Distribución de los programas por región, departamento y modalidad.

Región	Dep.	Inv.		Inv. y Prof.		Prof.		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Región Andina	Bogotá D.C.	3	23,1	6	46,2	4	30,8	13	100
	Antioquia	2	28,6	4	57,1	1	14,3	7	100
	Santander	1	20,0	2	40,0	2	40,0	5	100
	Caldas	2	66,7	1	33,3	-	-	3	100
	Quindío	1	50,0	1	50,0	-	-	2	100
	Boyacá	-	-	-	-	1	100	1	100
	Risaralda	-	-	-	-	1	100	1	100
	<i>Sub total</i>	9	28,1	14	43,8	9	28,1	32	100
Región Caribe	Atlántico	3	60,0	2	40,0	-	-	5	100
	Bolívar	-	-	1	100,0	-	-	1	100
	<i>Sub total</i>	3	50,0	3	50,0	-	-	6	100
Región Pacífico	Valle del Cauca	4	57,1	2	28,6	1	14,3	7	100
	Cauca	1	50,0	1	50,0	-	-	2	100
	<i>Sub total</i>	5	55,6	3	33,3	1	11,1	9	100

Tabla 4. Número de líneas de trabajo por número de programas de maestría que las proponen.

Líneas		1	2	3	4	5	6	8	10
Prog	N	14	9	7	7	4	3	2	1
	%	29,8	19,1	14,9	14,9	8,5	6,4	4,3	2,1

Tabla 5. Distribución de líneas por disciplina y programas.

Disciplina	Id	Líneas		Programas	
		N	%	N	%
Tecnología de Información	TI	51	35,2	33	70,2
Ingeniería de Software	IS	42	29,0	32	68,1
Ciencias de la Computación	CC	42	29,0	19	40,4
Sistemas de Información	SI	8	5,5	8	17,0
Ingeniería Computacional	IC	2	1,4	2	4,3
Total		145	100,0	-	-

Sumado a esto, se detectaron 145 líneas de investigación y profundización en los programas. Aquí se encontraron programas con una sola línea y otros que llegaron a tener hasta 10. En la Tabla IV se presentan las frecuencias y porcentajes de programas en relación con la cantidad de líneas de investigación y profundización definidas.

Las 145 líneas de investigación y profundización de los programas fueron clasificadas de acuerdo con las disciplinas de la computación. En este sentido, se encontró que la disciplina que tenía más líneas relacionadas y que estaba presente en el mayor número de programas era TI, seguida de IS. Por su parte, la disciplina de IC fue la que

tenía menos líneas y programas relacionados. En la Tabla V se presentan las cantidades de líneas y programas en relación con las disciplinas de la computación.

En el análisis de la clasificación de las líneas en relación con la ubicación geográfica se encontró que el 76,9% de los programas del Distrito Capital tenían líneas asociadas con la disciplina de TI, y el 46,2% con IS. Por su parte, en el 85,7% de los programas de Antioquia se tenían líneas relacionadas con la IS, y el 71,4% con TI. En los demás departamentos, la mayoría de los programas tenían líneas asociadas a la IS. En la Tabla VI se presenta la distribución de los programas en

Tabla 6. Número de líneas por disciplina y por departamento.

Departamento	IC	CC	IS	TI	SI	Total programa por departamento
	N	N	N	N	N	
Bogotá D.C.	-	5	6	10	3	13
Antioquia	-	3	6	5	3	7
Valle del Cauca	1	1	5	5	-	7
Atlántico	1	2	4	4	-	5
Santander	-	2	3	2	1	5
Caldas	-	1	2	1	1	3
Cauca	-	2	1	1	-	2
Quindío	-	-	2	2	-	2
Bolívar	-	1	1	1	-	1
Boyacá	-	1	1	1	-	1
Risaralda	-	1	1	1	-	1

Tabla 7. Número de programas por disciplina y sector de la IES ofertante.

	IC	CC	IS	TI	SI	Total Sector
Oficial	2	12	11	8	5	14
Privada	-	7	21	25	3	33

Tabla 8. Número de programas por disciplina y modalidad.

Modalidad	IC	CC	IS	TI	SI	Total
	N	N	N	N	N	
Investigación y Profundización	1	11	14	13	5	20
Investigación	1	5	12	10	3	17
Profundización	-	3	6	10	-	10

Tabla 9. Número de créditos por sector, modalidad y disciplinas de la computación.

Categorías		Máx	Mín	Media	Desv	Mediana	Moda
Sector	Oficial	62	36	50,6	7,4	52	52
	Privada	54	36	45,6	4,9	47	40
Modalidad	Investigación	62	36	49,3	6,2	50	50
	Investigación y Profundización	60	36	46,6	5,7	47,5	40
	Profundización	58	40	44,4	6,0	40	40
Disciplinas Computación	Ingeniería Computacional	40	36	38,0	2,0	38	-
	Ciencias de la Computación	62	36	49,6	6,9	50	50
	Ingeniería de Software	62	36	47,1	6,4	48	40
	Tecnología de Información	62	36	46,7	6,4	48	40
	Sistemas de Información	62	40	52,6	6,6	52	52
General		62	36	47,1	6,2	48	40

cada una de las disciplinas en las que tenían líneas de investigación y profundización asociadas.

En relación con el número de programas por disciplina de acuerdo con el sector de la IES oferente, se encontró mayor oferta de programas

con líneas asociadas a las disciplinas de CC e IS en las IES oficiales. Los programas de las IES privadas estaban orientados principalmente a TI e IS. En la Tabla VII se presenta el resultado de este análisis.

Al incorporar al análisis la variable de la modalidad, se encontró que la disciplina de IS estaba presente en la mayor parte de los programas de investigación y de modalidad “mixta” (investigación y profundización). Por otra parte, se encontró que todos los programas con modalidad de profundización tenían líneas asociadas a la disciplina de TI. En la Tabla VIII se presenta el resultado del análisis realizado.

Finalmente, con el análisis de los programas en relación con los créditos académicos del plan de estudios, se encontró que en las IES públicas el mínimo de créditos fue 36 y el máximo 62. En las IES privadas el mínimo era igual a las públicas, pero el máximo fue 52 créditos académicos. Al considerar las modalidades se encontró que la media para los programas de investigación es de 49,3; para los de investigación y profundización es 46,6 y para profundización es 44,4. En relación con las disciplinas se halló que la media de créditos más alta es para los programas en SI, seguido por los de CC e IS con 49,6 y 47,1 créditos respectivamente. Los programas en las disciplinas de TI tienen una media de 46,7 y los de IC de 38 créditos. En la Tabla IX se presenta el detalle de la distribución descrita.

5. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en la distribución por región y por departamento (Tabla I y Tabla III) se puede destacar que la oferta se concentra en la región Andina, principalmente en la ciudad de Bogotá y el departamento de Antioquía. Además, que la oferta en las regiones Caribe y Pacífica son bajas y que es inexistente para las regiones de la Amazonia, Orinoquía e Insular. En otras palabras, se puede afirmar que el 69% de los departamentos del país no cuentan con programas de maestría en el campo de la computación, lo cual puede ser una limitante para la implementación de programas de desarrollo basados en TIC para las regiones

Esta situación también sugiere la existencia de una demanda insatisfecha pues los profesionales en computación ubicados en estas regiones deben desplazarse a otras ciudades para poder desarrollar programas de formación a nivel de

postgrado. Lo anterior, reduce las posibilidades de formar al talento humano requerido para apalancar los procesos de CTI en las regiones dado que, en muchas ocasiones, no es posible el traslado de ciudad por las implicaciones que conlleva (económica, familiares, laborales, etc.).

Al considerar la oferta por modalidad y por sector se puede apreciar que el enfoque predominante está en los programas de investigación, sin excluir del todo la opción de profundización. En las IES se aprecia que también hay enfoque hacia la investigación, pero tienen una propuesta más amplia de programas de profundización (Tabla II). De forma global se puede determinar que las IES le apuestan a la formación en investigación. Esto se puede estar ligado a la misión que tienen de propender por la generación de nuevo conocimiento, y a su vez, en su interés de mejorar su producción académica a través de publicaciones científicas. Los resultados asociados a las denominaciones permitieron apreciar la tendencia a nombres que permitan abarquen una amplia gama de líneas de trabajo. Con lo anterior, se propendería por tener mayor flexibilidad para atender las dinámicas de cambio en el tiempo.

Por otra parte, se puede evidenciar que en la mayoría de programas de maestría existen líneas de investigación y profundización asociadas a las disciplinas de TI y de IS. Lo cual podría evidenciar que la formación de investigación se está dando en aspectos de aplicación, despliegue y configuración, en temáticas relacionadas con los aspectos organizacionales, sistemas de información, tecnologías de aplicación, y tecnologías y métodos software. Es importante destacar que también se evidencia un desarrollo importante en la disciplina de CC que abarca principalmente los aspectos teóricos y algunos de aplicación en las temáticas ya mencionadas, más las relacionadas con la infraestructura de sistemas. En relación con las disciplinas de SI e IC se evidencia un bajo número de líneas y programas. Esto puede estar relacionado con el hecho de que algunas temáticas de estas disciplinas están siendo abordados por programas académicos de otras áreas del conocimiento. Por ejemplo, aspectos relacionados con SI son trabajados desde la Administración y

la Ingeniería Industrial. Así mismo, aspectos de IC se abordan desde las Ingenierías Electrónica y Mecatrónica.

Los resultados asociados a los créditos académicos evidencian que las IES públicas formulan sus programas académicos con un mayor número de créditos en relación con las IES privadas. Además, llama la atención que programas que tienen denominación similar, que se orientan a una misma disciplina tengan mucha variación en los créditos que establecen (mínimo 36, máximo 62). Lo anterior requeriría que se indagara las causas de la diferencia tan amplia, y llamaría a buscar acuerdos en cuanto al contenido que se está ofertando en los programas.

CONCLUSIONES

Este trabajo exploró el estado de la formación en computación que existe en Colombia a nivel de maestría, con el objetivo de establecer una línea base preliminar que sirve como insumo en discusiones de mayor profundidad y rigor al interior de las comunidades académicas responsables de la formulación e implementación de estos programas. En tal sentido, permitió evidenciar algunos aspectos generales que pueden no estar siendo considerados de forma explícita en el desarrollo de los programas, como son las orientaciones hacia las diferentes disciplinas de la computación o las tendencias en la cantidad de créditos o en las modalidades.

Sin embargo, la principal limitación de este trabajo es que el análisis se realizó utilizando exclusivamente información formal (publicada) de los programas sin tener otros elementos de triangulación que pudieran ser obtenidos con trabajo de campo orientado a determinar, por ejemplo, si todas las líneas de trabajo están activas o no. Sumado a esto, también es necesario reconocer que en ejercicios de clasificación o categorización, como el desarrollado para las líneas y las disciplinas de la computación, está siempre latente el riesgo de sesgo.

Finalmente, en relación con el trabajo futuro, se encuentra pertinente enriquecer el análisis presentado con la indagación sobre los trabajos de grado desarrollados para optar al título de

“Magíster”, con el fin de establecer cuáles líneas de investigación y profundización tienen mayor desarrollo. Lo anterior permitiría evidenciar hacia donde apunta el desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en el país en el campo de la computación. Igualmente, sería pertinente realizar un análisis de los programas de doctorado en el campo de la computación y de sus disertaciones. Además, sería importante realizar comparaciones con países más desarrollados de la región, tales como México, Chile y Brasil, para determinar las brechas existentes; y contrastar las líneas de investigación y los temas de investigación y profundización con las tendencias internacionales en el campo.

REFERENCIAS

- [1] Departamento Nacional de Planeación, “CONPES 3678 de 2010 - Política de Transformación Productiva: Un modelo de desarrollo sectorial para Colombia.” 2010.
- [2] República de Colombia - Gobierno Nacional, “Ley 1450 de 2011 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014.” 2011.
- [3] Observatorio del Caribe Colombiano, “Plan Prospectivo y Estratégico de la Región Caribe – PER Caribe 2013-2019 [en línea].” 2013.
- [4] Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación - República de Colombia, “Fondo de desarrollo del Talento Digital en TI.” 2014.
- [5] ASIS, “Caracterización de la Ingeniería de Sistemas y programas afines en Colombia.” 2006.
- [6] Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas y Afines, “Retos de la Ingeniería de Sistemas al 2015,” presented at the I Encuentro Nacional de Ingeniería de Sistemas: hacia una prospectiva de la profesión en Colombia, 2010.
- [7] ACM, AIS, IEEE-CS, “Computing Curricula 2005. The Overvier Report.” 2005.
- [8] IEEE-CS, ACM, “Computing Curricula 2001 - Computer Science.” 2001.
- [9] IEEE-CS, ACM, “Computer Engineering 2005 - Curriculum Guidelines for Under-

- graduate Degree Programs in Computer Engineering.” 2005.
- [10] IEEE-CS, ACM, “Software Engineering 2004 - Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering.” 2004.
- [11] IEEE-CS, ACM, “Information Technology 2005 - Draft Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology.” 2005.
- [12] ACM, AIS y AITP, “Information Systems 2002 - Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems.” 2002.
- [13] J. P. Racedo, M. P. González-Zabala, and J. C. de la Rosa, “Oferta de maestrías en ingeniería en la región caribe colombiana - Tendencias en la formación,” in Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2014, Cartagena - Colombia, 2014.

APÉNDICES

A. Denominaciones de los programas analizados

En esta sección se presenta el análisis de las diferentes denominaciones de los programas de maestría analizados.

Programa	Investigación		Investigación y Profundización		Profundización		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Maestría en Ingeniería	3	30,0	7	70,0	-	-	10	100,0
Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación	1	20,0	2	40,0	2	40,0	5	100,0
Maestría en Ingeniería de Software	1	33,3	1	33,3	1	33,3	3	100,0
Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación	-	-	-	-	3	100,0	3	100,0
Maestría en Ingeniería - Ingeniería de Sistemas	-	-	2	100,0	-	-	2	100,0
Maestría en Arquitecturas de Tecnologías de Información	-	-	-	-	1	100,0	1	100,0
Maestría en Bioinformática	-	-	1	100,0	-	-	1	100,0
Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Computación	-	-	1	100,0	-	-	1	100,0
Maestría en Gestión de Información	-	-	-	-	1	100,0	1	100,0
Maestría en Gestión de Informática y Telecomunicaciones	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Gestión de la Información y el conocimiento	-	-	1	100,0	-	-	1	100,0
Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información	-	-	-	-	1	100,0	1	100,0
Maestría en Gestión y Desarrollo de Proyectos de Software	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Gestión, Aplicación y Desarrollo de Software	-	-	1	100,0	-	-	1	100,0
Maestría en Gobierno de Tecnología Informática	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Informática	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Informática y Telecomunicaciones	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Ingeniería Computacional	-	-	1	100,0	-	-	1	100,0
Maestría en Ingeniería con énfasis en Ingeniería de Sistemas y Computación	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Ingeniería de Sistemas	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Ingeniería de Sistemas e Informática	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Ingeniería Telemática	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Seguridad de la Información	-	-	1	100,0	-	-	1	100,0
Maestría en Tecnología Informática	-	-	-	-	1	100,0	1	100,0
Maestría en Tecnologías de Información para el Negocio	-	-	1	100,0	-	-	1	100,0
Maestría en Tecnologías de la Información Geográfica	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Telecomunicaciones y Regulación TIC	1	100,0	-	-	-	-	1	100,0
Maestría en Telemática	-	-	1	100,0	-	-	1	100,0

B. Clasificación de líneas de investigación

En esta sección se presenta la clasificación de las líneas de investigación propuestas en los programas de maestría analizados.

Disciplina	Línea de Investigación	N	%	
Ingeniería Computacional	Robótica Computacional	2	4,26	
	Bioinformática	5	10,64	
Ciencias de la Computación	Inteligencia Artificial	5	10,64	
	Inteligencia Computacional	3	6,38	
	Telemática	3	6,38	
	Computación Aplicada	2	4,26	
	Computación de Alto Desempeño	2	4,26	
	Lenguajes de Programación	2	4,26	
	Programación Evolutiva	2	4,26	
	Robótica Computacional	2	4,26	
	Sistemas Inteligentes	2	4,26	
	Visión Computacional	2	4,26	
	Análisis y Diseño de Algoritmos	1	2,13	
	Bases de Datos	1	2,13	
	Big Data	1	2,13	
	Biología de Sistemas	1	2,13	
	Biología Evolutiva, Funcional y Estructural	1	2,13	
	Computación Gráfica	1	2,13	
	Computación Inteligente	1	2,13	
	Computación Teórica	1	2,13	
	Desarrollo y Adaptación de Modelos Matemáticos y Software de Simulación para Aplicación en Ingeniería y Ciencias	1	2,13	
	Ingeniería de Información	1	2,13	
	Minería de Datos	1	2,13	
	Modelamiento y Simulación	1	2,13	
	Simulación	1	2,13	
	Ingeniería de Software	Ingeniería de Software	17	36,17
		Desarrollo de Software	8	17,02
		Multimedia	3	6,38
		Sistemas de Información Geográfica	2	4,26
Agentes de Software		2	4,26	
Desarrollo de Sistemas Informáticos		1	2,13	
Desarrollo de Sistemas de Aplicación en Procesos Industriales y en la Organización de las Empresas		1	2,13	
Software		1	2,13	
Gestión de Proyectos de Software		1	2,13	
Realidad Virtual y Usabilidad		1	2,13	
Arquitectura de Software		1	2,13	
Sistemas Distribuidos		1	2,13	
Inteligencia de Software		1	2,13	
Desarrollo de Sistemas de Aplicación en Educación	1	2,13		
Mejoramiento de Procesos de Software	1	2,13		

Disciplina	Línea de Investigación	N	%
Tecnología de Información	Telecomunicaciones	7	14,89
	Inteligencia de Negocios	3	6,38
	Gestión de Tecnología Informática	3	6,38
	Redes	3	6,38
	Seguridad Informática	2	4,26
	Tecnologías Educativas	2	4,26
	Tecnologías de Información para la Educación	2	4,26
	Teleinformática	2	4,26
	Seguridad	2	4,26
	Arquitectura de Tecnologías de la Información	2	4,26
	Tecnología de Información	1	2,13
	Seguridad de la Información	1	2,13
	Informática	1	2,13
	Informática Educativa	1	2,13
	Servicios Telemáticos	1	2,13
	Infraestructura	1	2,13
	Computación Ubicua	1	2,13
	Desarrollo de Soluciones Basadas En TICS	1	2,13
	Gestión de la Información	1	2,13
	Direccionamiento Estratégico de Tecnologías de la Información	1	2,13
	Gestión de Proyectos	1	2,13
	Gerencia de Infraestructura	1	2,13
	Servicios TIC	1	2,13
	Gerencia de Informática	1	2,13
	Tecnologías de Información aplicadas a la Educación	1	2,13
	Redes y Comunicaciones	1	2,13
	Tecnologías de la Información	1	2,13
	Redes y Sistemas Distribuidos	1	2,13
	Informática Aplicada a las Redes	1	2,13
	Redes y Telecomunicaciones	1	2,13
TI para el Negocio	1	2,13	
Redes de Computadores	1	2,13	
Redes Telemáticas	1	2,13	
Sistemas de Información	Sistemas de Información	3	6,38
	Sistemas y Organizaciones	1	2,13
	Sistemas de Información de Instituciones Públicas	1	2,13
	Gestión del Conocimiento	1	2,13
	Desarrollo y Gestión Integral de Conocimiento e Información	1	2,13
	Sistemas de Gestión del Conocimiento	1	2,13