

## EVOLUCIÓN DE LAS CAPACIDADES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN DEL SECTOR TIC EN COLOMBIA

SANDRA ZÁRATE RINCÓN

Universidad Autónoma Metropolitana, Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación, México  
[sandritzar@gmail.com](mailto:sandritzar@gmail.com)

HENRY MORA HOLGUÍN

Universidad Autónoma Metropolitana, Doctorado en Ciencias Sociales, México  
[hamorah@unal.edu.co](mailto:hamorah@unal.edu.co)

NAYIBE CASTRO NOVOA

Universidad Autónoma Metropolitana, Maestría en políticas públicas, México  
[castronovoanayibe@gmail.com](mailto:castronovoanayibe@gmail.com)

### RESUMEN

En el proceso de construcción de Economías basadas en el conocimiento, el desarrollo de capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) resulta ser fundamental, pues particularmente dichas capacidades en sectores clave como el de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), permiten generar dinámicas no sólo en el desarrollo de este sector, sino en el apalancamiento transversal para la generación de innovaciones en otros sectores. Así, en este artículo se muestra el proceso evolutivo del sector en términos de sus capacidades científicas, tecnológicas y de innovación. Además de las empresas del sector, el análisis permite poner en consideración el papel y las capacidades de otros agentes presentes en el ecosistema TIC. Este estudio se presenta para el periodo 2008-2014, bajo el enfoque de insumos-procesos-resultados; a partir de allí se evidencian capacidades favorables en términos de insumos, intermedias en procesos de gestión y un tanto incipientes en relación a los resultados que se obtienen.

**Palabras clave:** Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC); Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI); Construcción de capacidades; Diagnóstico científico y tecnológico.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) son un sector económico en el cual se desarrollan ventajas competitivas a nivel mundial como industria; y a la vez son una herramienta transversal para la generación de innovaciones en diferentes sectores, por tanto, son un factor clave para el desarrollo social, político y económico de cualquier nación. La principal importancia de las TIC en los países en vías de desarrollo se origina en su capacidad para generar desarrollo socioeconómico y servir de mecanismo para reducir la brecha digital que existe con relación a los países más avanzados (Dane, 2010).

Las TIC también son reconocidas como fuente importante de innovación que pueden generar un mayor crecimiento económico y nuevas fuentes de alto valor agregado, favorecen la adopción de tecnologías, generan un cambio técnico al reducir considerablemente los costos de transacción y reducen la relevancia que tiene la distancia geográfica para los procesos de innovación (OCyT; MinTIC; Colciencias, 2015). Además, el acceso, uso y apropiación de las TIC contribuyen al desarrollo de la sociedad del conocimiento, en donde los datos y la información se convierten en conocimiento, activo clave para la generación de valor (RICyT; OEI; Ministerio de Educación de la República de Portugal; Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2009).

En Colombia, de acuerdo con la cuarta Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en empresas de Servicios (EDITS IV) había 390 empresas del sector TIC en 2013, las cuales evidenciaban bajas capacidades en talento dedicado a la investigación, y en inversión (Mora Holguín, Castro Novoa, & Zárate, 2016). Pero, en el sector TIC, visto como un sector transversal intervienen otros tipo de actores e instituciones, además de las empresas, como son los ministerios de Educación (MEN); Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), Ministerio de las TIC (MinTIC); el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias); Universidades, Centros de investigación y otro tipo de organizaciones, quienes también realizan diferentes actividades científicas, tecnológicas y de innovación a partir del uso de TIC o para fomentar su uso y mejora.

Dadas las características de las TIC, descritas previamente, y el potencial que tienen como sector transversal, es relevante analizar el tipo de actividades que se desarrollan en su ecosistema y cómo estas contribuyen al desarrollo de capacidades de CTI, particularmente en Colombia. Es por lo anterior que este artículo pretende mostrar la evolución de las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación que tiene Colombia en el sector TIC. Para la construcción de este análisis se parte de la información recabada en 2016 para la actualización de la Batería de Indicadores de CTI en TIC de Colombia, construida en 2015 y medida por primera vez en ese mismo año (Mora Holguín, y otros, 2015).

Este documento se compone de cinco capítulos, el primero de ellos dedicado a esta introducción, el marco conceptual del trabajo se presenta en el segundo capítulo, en el tercero se presenta la metodología para la construcción del diagnóstico de las capacidades, en el capítulo cuatro se exponen los indicadores calculados que conforman el diagnóstico para los años contemplados, y en el último capítulo se presentan las conclusiones. Al final del documento se encuentran las referencias bibliográficas.

## **2. MEDICIÓN DE LAS CAPACIDADES TECNOLÓGICAS PARA LA INNOVACIÓN EN PAÍSES EN DESARROLLO**

Lall (1992) menciona que las capacidades tecnológicas son el resultado de inversiones realizadas por las firmas y que responden a estímulos tanto externos como internos, y a la interacción con otros actores privados y públicos, locales y extranjeros. Posteriormente Lall (1993) menciona que las habilidades que una empresa tiene definirán su dinámica de absorción de las tecnologías compradas o imitadas de otras empresas, además de determinar lo bien que se han explotado y mejorado las tecnologías que se adquirieron con anterioridad.

Por otra parte, Bell y Pavitt (1995), definen a las capacidades tecnológicas como "... las capacidades domésticas para generar y administrar el cambio en las tecnologías usadas en la producción, estas capacidades están ampliamente basadas en recursos especializados ...". y proponen tres mecanismos que influyen en las estrategias de acumulación tecnológica y de desarrollo industrial: i) La dotación de factores, ii) Las orientaciones de las inversiones persistentes, especialmente aquellas con fuertes vínculos intersectoriales, y iii) El dominio acumulativo de las tecnologías centrales y de las bases de conocimiento subyacentes.

A partir de las capacidades tecnológicas de las empresas, y a partir de estas de los países, se pueden explicar las diferencias entre las industrias de países desarrollados (PD) y países en desarrollo (PED). Desde finales del siglo pasado distintos autores han contribuido en la comprensión y medición de dichas capacidades, así emergen taxonomías como la de Lall (1992) y la de Bell y Pavitt (1995), que proponen clasificaciones de las capacidades tecnológicas de las empresas que dan cuenta del proceso de asimilación, adaptación y mejora de la tecnología adquirida.

En países en desarrollo el estudio de las capacidades tecnológicas comienza a ser relevante a partir de los años 80, porque se empieza a comprender que la tecnología no es un factor dado como lo describía la teoría económica clásica y neoclásica, así los primeros autores que explican esta dinámica son Westphal, Kim y Dahlman (1985) y Katz (1986). Dutrenit et al. (2006) menciona que es a partir de estos estudios que se da paso a una línea de investigación que utilizó metodologías de estudios de caso y encuestas para caracterizar los procesos de aprendizaje, de transferencia de tecnología y los factores que estimulan y limitan las innovaciones en países en desarrollo.

De acuerdo con Nelson (1981), la clasificación de las capacidades tecnológicas a nivel de país puede distinguir al menos tres tipos de capacidades: i) en inversión física, instalaciones y equipos necesarios, ii) en capital humano, conocimiento formal, habilidades adquiridas por la experiencia, y iii) en esfuerzo tecnológico, gasto en I+D, patentes, innovaciones. El autor además menciona que es complicado medir su contribución individual respecto al desarrollo de capacidades porque todas están estrechamente interrelacionadas.

### **3. METODOLOGÍA**

En este trabajo se utilizó una metodología conformada por dos etapas, la primera corresponde a la delimitación del tipo de capacidades de CTI que se pretenden caracterizar, y la segunda a la forma en cómo se construye el diagnóstico y cómo se obtuvo la información para la construcción de los indicadores a lo largo del periodo de análisis. A continuación, se describen estas etapas con mayor detalle.

### *3.1. Acotación del tipo de capacidades de CTI*

La delimitación de lo que se entiende como capacidades de CTI para el sector TIC surge del proceso mismo de construcción de la Batería de Indicadores I+D+i de TIC<sup>1</sup>, con base en la línea se categorizó la información en seis aspectos, que se relacionan bajo la lógica de insumo-procesos-resultados:

- i. Formación, que se refiere a la oferta y demanda educativa de programas de formación relacionados con TIC.
- ii. Talento humano, que concentra los indicadores sobre el talento humano capacitado para realizar actividades de CTI.
- iii. Inversión, referida a montos ejecutados para la realización de actividades de CTI en TIC.
- iv. Infraestructura tecnológica, institucional y normativa disponible para el desarrollo de actividades de CTI.
- v. Gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), que agrupa indicadores sobre cooperación, incentivos y barreras para la innovación en las empresas del sector TIC.
- vi. Producción científica y técnica, que presenta los resultados obtenidos en las actividades de I+D+i.
- vii. Resultados de innovación, dentro de las empresas de servicios de TIC.

### *3.2. Levantamiento de información y proceso de construcción del diagnóstico*

Dada la disponibilidad de información el análisis de la evolución de las capacidades se hace para el periodo 2008-2014. El diagnóstico que aquí se presenta da cuenta de las actividades de los diferentes actores del ecosistema TIC, y está organizado bajo la lógica de insumo-producto, que guarda relación con la tipología de Nelson (1981). En cada eslabón se presenta la información según las categorías<sup>2</sup> descritas en el apartado anterior:

- Insumos
  - Formación
  - Inversión
  - Talento humano
- Procesos
  - Gestión de la I+D+i
- Resultados
  - Producción científica y técnica
  - Resultados de innovación

---

<sup>1</sup> La batería de Indicadores I+D+i de TIC se conformó a partir de las siguientes actividades: i) identificación de necesidades de información para el seguimiento, en general, del marco normativo del sector y de la CTI a nivel nacional; ii) consulta de la opinión y necesidades de los actores claves del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (SNCTI) y del sector TIC; y iii) revisión documental, de la literatura sobre indicadores de CTI en TIC de referentes nacionales e internacionales, que tenían por objeto la medición de la Sociedad de la Información (SI), la CTI en el sector TIC y rankings asociados a CTI.

<sup>2</sup> No se incluye información sobre Infraestructura dado que no existe información secundaria disponible; y la información que se presenta en Gestión de la I+D+i y Resultados de innovación solo incluye información para las empresas del sector.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Insumos

El desarrollo de las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación se ve afectado por las capacidades en cuanto a la formación de recursos humanos, la inversión en actividades de CTI y las capacidades de investigación e innovación, entre otros. Respecto a la formación de talento humano, en Colombia ha crecido la oferta de programas relacionados con el sector TIC. En el Tabla 1 se expone la evolución en el número de programas, de acuerdo con las áreas del conocimiento, según las grandes áreas de la OCDE.

*Tabla 1. Número de programas nacionales relacionados con TIC, según nivel de formación y grandes áreas OCDE, 2008 – 2014*

Nivel	Gran área OCDE	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Doctorado	Ciencias naturales	1	1	3	3	3	3	3
	Ingeniería y tecnología	9	10	14	17	18	20	20
Maestría	Ingeniería y tecnología	25	27	33	40	51	57	61
	Ciencias sociales	3	3	5	7	8	8	9
Especialización	Ingeniería y tecnología	56	60	120	120	94	142	137
	Ciencias sociales	43	52	56	54	38	47	31
	Humanidades	2	2	2	3	3	3	3
Profesional	Ciencias naturales	1	1	1	1	1	0	1
	Ingeniería y tecnología	544	646	799	720	714	718	717
	Ciencias sociales	130	123	100	97	101	87	78
Tecnológica	Ingeniería y tecnología	356	619	396	819	839	831	755
	Ciencias sociales	15	22	24	22	18	12	16
	Humanidades	3	14	2	29	31	2	2
Técnica	Ingeniería y tecnología	107	249	116	103	100	107	102
	Ciencias agrícolas	0	0	0	0	1	0	0
	Ciencias sociales	3	3	2	1	1	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de Mora Holguín y otros (2016).

El número total de programas nacionales relacionados con TIC, ha aumentado pasando de 1.298 en 2008 a 1.935 en 2014; en los niveles de maestría y doctorado es donde se ha presentado un mayor incremento en la oferta educativa de estos programas, 130% y 150% respectivamente. Sin embargo, en el nivel de formación profesional desde 2010 hasta 2014, se ha visto una constante disminución de la oferta de programas de este tipo, periodo en el que se han cerrado 104 programas. La misma tendencia se observa para los programas de formación técnica profesional, donde desde 2009 se ha venido disminuyendo la oferta en 150 programas. Se observa además que en el país existen programas de otras áreas de conocimiento, diferentes a Ingeniería y tecnología, donde se emplean las TIC como herramientas que agregan valor en la formación.

De otro lado, desde la demanda, en la Tabla 2 se presenta el número de estudiantes en formación en programas relacionados con TIC. En 2014 había 225.410 estudiantes matriculados en 1.935 en programas nacionales relacionados con TIC, donde 168.672 eran hombres y 56.738 eran mujeres. El comportamiento de este indicador ha sido variable, se ha venido incrementado significativamente, pasando de un total de 172.374 matriculados en 2008 a 225.410, con un máximo histórico en 2012 de 367.511.

*Tabla 2. Número de matriculados en programas nacionales relacionados con TIC, según nivel de formación y grandes áreas OCDE, 2008 – 2014*

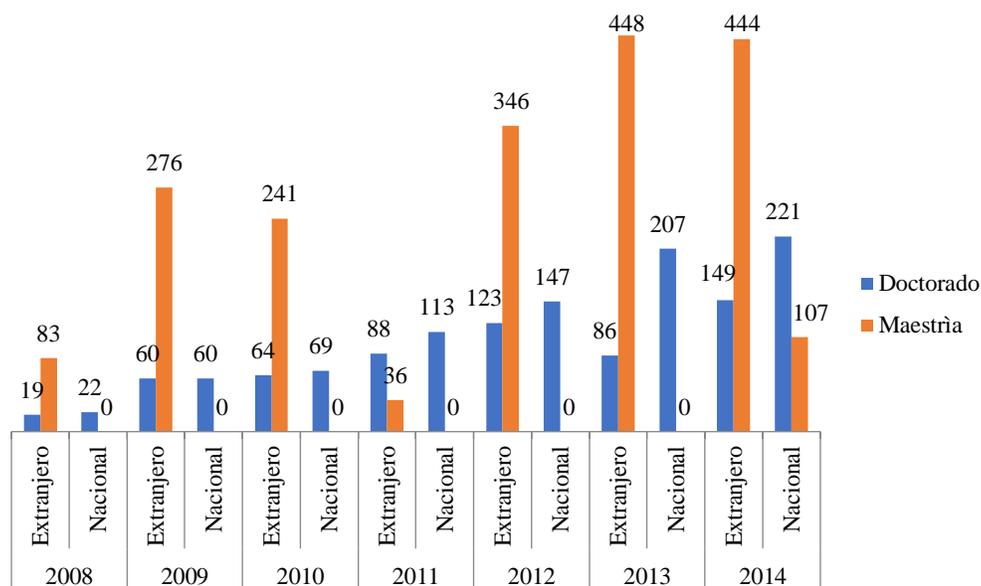
Nivel de formación	Gran área OCDE	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Doctorado	Ciencias naturales	26	29	40	45	104	84	106
	Ingeniería y tecnología	299	340	440	497	963	658	700
Maestría	Ingeniería y tecnología	2.025	2.044	2.598	3.368	4.000	2.646	2.720
	Ciencias sociales	169	222	549	719	1.112	711	856
Especialización	Ingeniería y tecnología	4.437	4.022	3.622	4.187	4.259	3.633	2.949
	Ciencias sociales	1.521	2.352	11.536	17.061	23.112	13.446	12.550
	Humanidades	64	33	60	115	164	105	93
Profesional	Ciencias naturales	37	22	17	15	8	0	1
	Ingeniería y tecnología	103.680	104.111	105.799	108.927	191.897	113.409	112.788
	Ciencias sociales	8.194	8.198	8.350	8.801	13.551	7.907	7.075
Tecnológica	Ingeniería y tecnología	38.412	58.016	37.897	72.592	108.110	78.418	74.000
	Ciencias sociales	988	1.172	1.079	1.183	1.443	955	877
	Humanidades	557	801	580	2.618	4.505	676	613
Técnica	Ingeniería y tecnología	11.905	17.975	12.009	10.457	14.117	9.657	10.082
	Ciencias agrícolas	0	0	0	0	82	0	0
	Ciencias sociales	80	62	43	84	84	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de Mora Holguín y otros (2016).

Sin embargo, como se evidencia en la Tabla 2, y en concordancia con el comportamiento del número de programas técnicos, se encuentra que hay una tendencia decreciente en el número de estudiante matriculados en este nivel. La brecha entre participación de mujeres y hombres en este tipo de programas se mantiene, durante el periodo 2008-2014, sin embargo, para este mismo periodo hay una tendencia creciente, en promedio su participación se ha incrementado un 3%.

En el país han existido además diferentes tipos de instituciones que ofrecen apoyos económicos, becas y becas-crédito, para la formación de recursos humanos, en la Figura 1 se presenta este comportamiento; la mayoría de los apoyos han sido otorgados por Colciencias, Colfuturo y Comisión Fulbright Colombia. De otro lado, a pesar de la oferta académica, la demanda y los apoyos económicos, crecientes en general, también se ha venido registrando un aumento en el número de desertores de programas de formación relacionados con TIC; el mayor incremento se ha dado a nivel de formación técnica, donde en promedio la deserción se ha incrementado un 8,8% (Ver Tabla 3).

Figura 1. Número de apoyos a los procesos de formación en programas de doctorado y maestría relacionados con TIC, según nivel de formación y lugar de estudios, 2008 – 2014



Fuente: Elaboración propia a partir de Mora Holguín y otros (2016)

Tabla 3. Número de estudiantes de programas relacionados con TIC que desertaron, según nivel de formación, 2008 - 2014

Nivel de Formación	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Técnica	1.090	1.188	1.632	1.510	1.822	1.675	1.694
Tecnológica	4.598	5.193	5.080	5.293	5.103	5.311	4.721
Universitaria	6.182	5.834	5.963	5.391	6.095	6.401	6.480
Sin clasificar	0	0	0	0	0	10	292
<b>Total</b>	<b>11.870</b>	<b>12.215</b>	<b>12.675</b>	<b>12.194</b>	<b>13.020</b>	<b>13.397</b>	<b>13.187</b>

Fuente: Mora Holguín y otros (2016).

De otro lado, la inversión en actividades científicas, tecnológicas y de innovación es un factor determinante para el desarrollo de capacidades, que puede estar dirigida a desarrollar proyectos innovadores, dotar de infraestructura tecnológica, apoyar al talento humano y hacer I+D, entre otros. En la Tabla 4 se presenta la evolución de la inversión en este conjunto de actividades, de acuerdo a los diferentes tipos de instituciones. La disponibilidad de los datos no permite hacer una comparación entre las fuentes de financiamiento público y privado, pero se debe destacar el cambio positivo en cuanto a la inversión realizada por los Centros de investigación y desarrollo tecnológico, quienes han incrementado su inversión en un 22% en promedio.

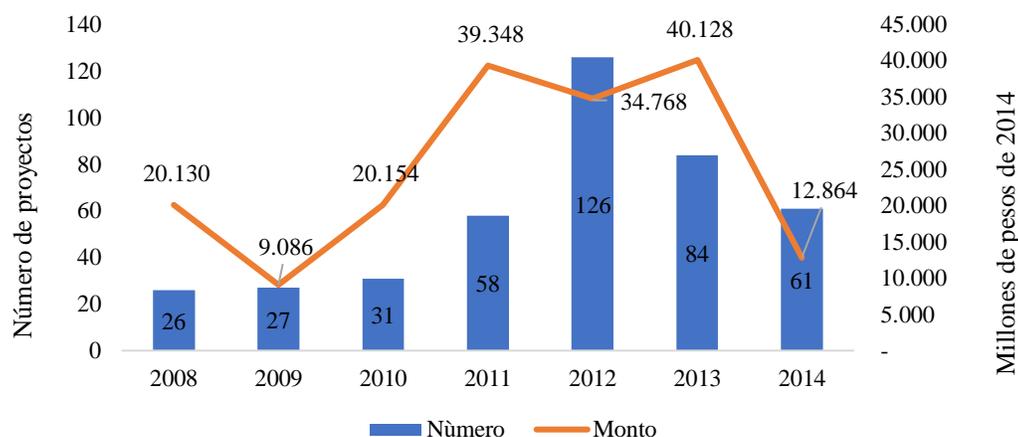
Tabla 4. Monto invertido en actividades de CTI por instituciones del sector TIC, 2008 –2014 (Millones de pesos de 2014)

Tipo de institución	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Entidades del gobierno	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8.375	5.821	n.d.
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	9.551	13.527	11.424	12.274	12.796	11.711	23.434
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	4	3	4	4	4	4	3
IPSFL al servicio de las empresas	41	41	39	38	37	36	34
Empresas <sup>a</sup>	839.222	567.839	334.404	528.698	184.461	503.585	87
<b>Total</b>	<b>848.819</b>	<b>581.410</b>	<b>345.871</b>	<b>541.014</b>	<b>205.673</b>	<b>521.156</b>	<b>23.558</b>

Fuente: Mora Holguín y otros (2016).

<sup>a</sup> Este monto corresponde a la inversión en actividades conducentes a la innovación, de acuerdo con el Dane. Para el año 2014 solo incluye información de empresas del sector de manufactura.

Figura 2. Número de proyectos de CTI relacionados con TIC y montos financiados por Colciencias, 2008 – 2014.

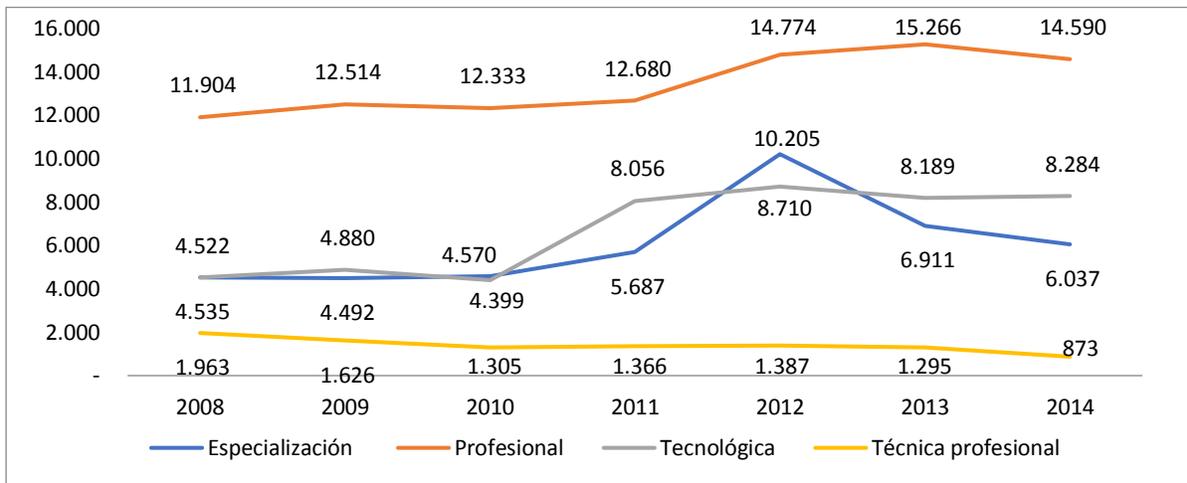


Fuente: Elaboración propia a partir de Mora Holguín y otros (2016).

En 2014 el monto financiado por Colciencias para el desarrollo de proyectos de CTI relacionados con TIC, equivalió al 15,7% del monto total ejecutado del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías. Hay que tener en cuenta que el impacto de la inversión de Colciencias, puede ser mayor, si se considera que esta es una forma de incentivar la inversión de otras instituciones en actividades de CTI, pues cada uno de los proyectos financiados en las convocatorias anuales (Figura 2), van de la mano de contrapartidas que provienen de las instituciones proponentes y de otras organizaciones que participan en los proyectos.

El otro aspecto por considerar es sobre el talento humano ya capacitado y que se encuentra trabajando en el sector o que tienen potencial para hacerlo. Sobre esto, en 2014 se graduaron 30.672 personas de programas nacionales relacionados con TIC, el 47.6% fueron egresados de programas de formación profesional, el 27% fueron egresados de carreras tecnológicas, el 19% de programas de especialidad, el 2.8% de programas técnicos, el 2.7% de programas de maestría y tan sólo un 0.2% fueron graduados de programas de doctorado.

Figura 3. Número de graduados en programas nacionales relacionados con TIC, según niveles de formación seleccionados, 2008-2014



Fuente: Elaboración propia a partir de Mora Holguín y otros (2016).

El talento humano se puede dedicar al desarrollo de diferentes tipos de actividades, entre ellas las de investigación y desarrollo, así como otro tipo de actividades conducentes a la innovación. En la Tabla 5 se muestra a aquellos que se dedican a actividades de investigación, de acuerdo con el rango de edad. Estos investigadores están vinculados a grupos de investigación que son avalados por instituciones, la mayoría en 2014, se encontraban vinculados a instituciones de educación superior (93%) y centros de investigación y desarrollo tecnológico (2%); empresas y entidades de gobierno que son instituciones claves, apenas concentraban el 2% de los grupos de investigación en TIC.

Analizando lo que ocurre en las empresas del sector TIC en Colombia, de acuerdo con Dane (2014), se encuentra que hay talento humano que, aunque no se dedica a actividades de I+D, realiza actividades conducentes a la innovación. Así, para 2013 eran 4.664 los trabajadores en empresas del sector TIC que participaban en actividades conducentes a la innovación, de los cuales el 46,86% contaban con formación profesional, el 22,46% con formación de especialización, el 15,94% había realizado estudios tecnológicos, el 12,43% estudios técnicos y tan sólo un 2,21% y 0,11% tenían estudios de maestría y doctorado respectivamente.

Tabla 5. Número de investigadores en TIC activos, según rango de edad, 2008 – 2014

Rango de Edad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
< 30	60	90	120	141	146	140	99
30 - 40	552	622	674	671	650	593	416
41 - 50	430	452	464	468	453	407	283
51 - 60	221	225	234	226	210	187	136
> 60	52	50	49	45	39	34	23
Sin clasificar	15	20	20	19	15	13	12
<b>Total</b>	<b>1.330</b>	<b>1.459</b>	<b>1.561</b>	<b>1.570</b>	<b>1.513</b>	<b>1.374</b>	<b>969</b>

Fuente: Mora Holguín y otros (2016).

#### 4.2 Procesos

A partir de los insumos previamente mencionados se desarrollan diferentes actividades y procesos que pretenden generar innovaciones, en la Tabla 6 se presenta el número de empresas del sector TIC que han realizado este tipo de actividades, la mayoría de ellas incorporan TIC a sus actividades y procesos, contratan servicios de asistencia técnica y consultoría, y desarrollan actividades de I+D para generar innovaciones.

Tabla 6. Número de empresas del sector TIC que han realizado actividades conducentes a la innovación, según tipo de actividad, 2008 – 2014

Tipo de actividad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 <sup>a</sup>
I+D interna	96	104	102	117	52	57	1
I+D externa	33	40	14	19	5	8	0
Adquisición de maquinaria y equipo	79	87	85	90	21	27	1
Tecnologías de la información y las comunicaciones	99	118	119	131	61	85	0
Mercadeo de las innovaciones	62	71	67	78	21	18	1
Transferencia de tecnología	30	30	25	35	10	11	0
Asistencia técnica y consultoría	77	82	82	95	49	58	0
Ingeniería y diseño industrial	27	32	27	26	11	8	0
Formación y capacitación especializada	64	70	83	331	38	50	0

Fuente: Mora Holguín y otros (2016).

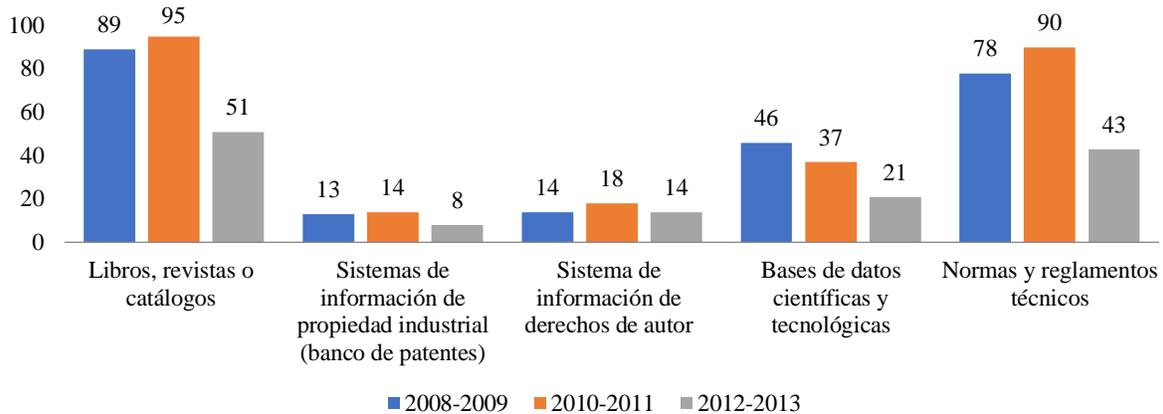
<sup>a</sup> Solo incluye información del sector manufactura.

Nota: Se debe tener en cuenta que una empresa puede realizar más de un tipo de actividad de manera simultánea.

La generación de relaciones entre los diferentes actores al ecosistema permite la creación de sinergias y el aprovechamiento de capacidades; de acuerdo con Dane (2014) el principal objetivo de cooperación de las empresas de servicios TIC en el periodo 2012-2013, demuestran que de 73 empresas que cooperaron, el 100% lo hizo para el desarrollo de actividades de asistencia técnica y consultoría, el 95% para compra o renta de TIC, el 75% para formación y capacitación especializada, y el 61% para el mercadeo de innovaciones. Sin embargo, la cooperación fue uno de los aspectos que las empresas consideraron como un obstáculo de alta importancia, para el

desarrollo e introducción de innovaciones; a su vez, los servicios limitados en el entorno en cuanto a financiamiento, certificación, etc., la falta o escasez de información y los riesgos del mercado, también se consideraron obstáculos relevantes.

Figura 4. Número de empresas de servicios del sector TIC que acceden a fuentes de información bibliográfica para realizar actividades conducentes a la innovación, 2008 – 2013



Fuente: Elaboración propia a partir de Mora Holguín y otros (2016).

Además de establecer actividades de cooperación, las empresas pueden consultar diferentes fuentes de información, bibliográficas, o a otros actores, internos o externos a la empresa. Dentro de las fuentes internas a la empresa consultadas, las de mayor importancia son los directivos de las empresas, el departamento de ventas y el de producción; por el contrario, el departamento de I+D, está dentro de los menos considerados como importantes. Por otra parte, las fuentes externas consideradas como importantes fueron: los clientes, internet, seminarios y conferencias, libros, revistas y catálogos ferias y exposiciones y proveedores. En contraste los considerados de baja importancia son los centros de desarrollo tecnológico, parques tecnológicos, las incubadoras, departamentos de I+D de otras empresas, centros de investigación autónomos y los centros regionales de productividad (Dane, 2014). En la Figura 4 se exponen las principales fuentes de información bibliográfica consultadas.

### 4.3 Resultados

A partir de los insumos existentes y de la gestión que se hace a partir de ellos, el sector TIC genera conocimiento, que puede verse reflejado en el desarrollo de invenciones, innovaciones y artículos científicos, entre otros. Respecto a la contribución a la generación y difusión del conocimiento, en la Tabla 7 se exponen el número de documentos científicos, considerando artículos, libros, capítulos de libro y *proceedings*, entre otros, que han sido publicados en *Web of Science* o en *Scopus*, que están relacionados con TIC y escritos por autores colombianos.

Tabla 7. Número de documentos relacionados con TIC publicados en Web of Science (WOS) y Scopus, según tipo de institución, 2008 – 2014

Tipo de institución	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	WOS	Scopus	WOS	Scopus	WOS	Scopus								
Empresas	0	0	0	1	0	0	2	4	4	7	1	3	1	7
Instituciones de Educación Superior	17	44	20	56	40	77	37	90	47	111	79	151	76	143
Entidades del gobierno	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1
Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico	0	0	0	0	2	2	0	1	1	1	0	0	0	1
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clínicas y hospitales	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sin clasificar	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>44</b>	<b>20</b>	<b>57</b>	<b>43</b>	<b>80</b>	<b>42</b>	<b>97</b>	<b>52</b>	<b>120</b>	<b>80</b>	<b>154</b>	<b>78</b>	<b>152</b>

Fuente: Mora Holguín y otros (2016).

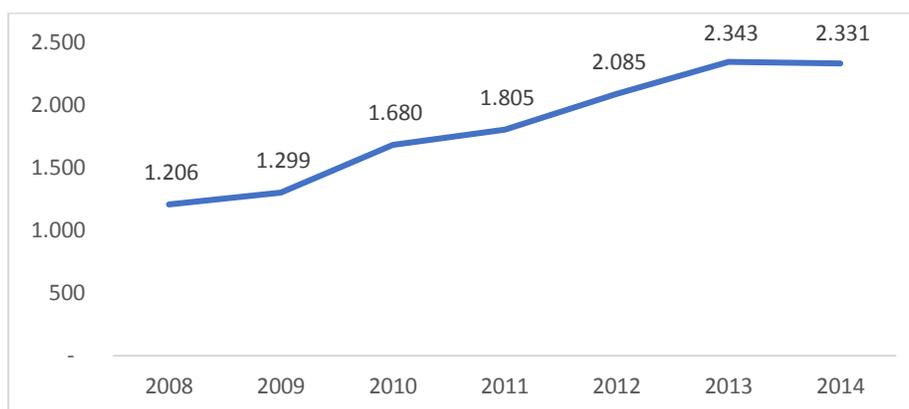
De acuerdo con la Tabla 7, se encuentra que se ha incrementado de forma discreta la producción de documentos de calidad que son reconocidos por sistemas internacionales de indexación, es así como en promedio los documentos relacionados con TIC publicados en WOS se han incrementado un 3,4%, y Scopus un 2,3%. La mayoría de documentos publicados en WOS son artículos, mientras que en Scopus la distribución es más uniforme 50% de artículos y 50% de otro tipo de documentos.

En referencia al número de revistas relacionadas con TIC indexadas en el sistema colombiano de indexación, Publindex, la información del periodo 2008-2014, muestra que desde 2009 no hay un incremento de revistas que sean calificadas en la categoría más alta (A1); en 2014 de 56 revistas afines a áreas TIC sólo 3 están clasificadas en A1, la mayoría de revistas (32) se concentran en la categoría más baja (C).

Otro de los resultados, reflejo de las capacidades desarrolladas, propio del sector TIC es el desarrollo de software, este tipo de resultados se protege en Colombia a partir de registros, ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor (DNDA). En la Figura 5 se evidencia el crecimiento que ha tenido el número de registros, lo que se relaciona nuevamente con la transversalidad de las TIC, dado que en diferentes sectores económicos la implementación de estas contribuye a optimización de procesos o a la generación de innovaciones. En el año 2014 la mayoría de los titulares de los registros se concentraron en Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Atlántico.

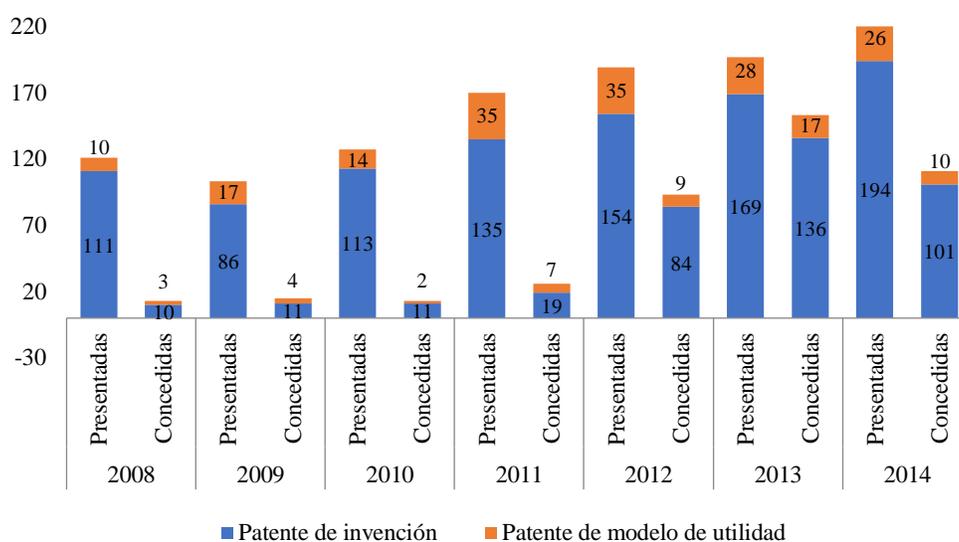
Como se mencionó, la protección del software en sí mismo se hace ante la DNDA, pero existen otro tipo de invenciones en el sector, como dispositivos, aparatos y otros elementos, que se protegen por medio de una patente, a través de la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia. En la Figura 6 se evidencia el aumento en el número de patentes presentadas y concedidas.

Figura 5. Número de registros de software, 2008-2014



Fuente: Elaboración propia a partir de Mora Holguín y otros (2016).

Figura 6. Número de patentes de TIC presentadas y concedidas, según tipo de patente, 2008 – 2014.



Fuente: Elaboración propia a partir de Mora Holguín y otros (2016).

De acuerdo con la Tabla 8, a pesar de los insumos y procesos llevados a cabo, los esfuerzos resultan ser insuficientes, pues para el periodo 2012-2013, ninguna empresa de servicios TIC hizo una innovación radical, que le permitiera clasificarse como innovadora en sentido estricto; la mayoría de empresas del sector son no innovadoras (62%), y otro grupo considerable son innovadoras en sentido amplio (30%), es decir que estas son las empresas innovadoras del sector, para el periodo analizado<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Las empresas de servicios del sector TIC se clasifican de acuerdo a su desempeño innovador de la siguiente manera: innovadoras en sentido estricto cuando su resultado tiene novedad a nivel mundial, o innovadoras en sentido amplio cuando lo es únicamente para el mercado nacional; las empresas que no han logrado la introducción de innovaciones,

Como lo muestra la Tabla 9, en el periodo 2012-2013 116 empresa introdujeron 374 innovaciones, la mayoría de ellas de producto, que representaron un monto por venta de productos a nivel nacional de CO\$55.507.395 miles y a nivel internacional de CO\$3.064.389 miles. Del total del monto de las ventas la mayoría de estas corresponden a productos nuevos solamente para la empresa (85,3%), en una menor proporción productos nuevos para el mercado internacional (14,7%) y como se mencionó anteriormente aún no se logran ventas por productos novedosos a nivel internacional.

*Tabla 8. Clasificación de las empresas de servicios TIC, según su desempeño innovador, 2012-2013*

<b>Tipo de innovación</b>	<b>Pequeña</b>	<b>Mediana</b>	<b>Grande</b>	<b>Total</b>
Innovadora en sentido estricto	0	0	0	0
Innovadora en sentido amplio	28	49	39	116
Potencialmente innovadoras	9	15	8	32
No innovadora	83	106	53	242
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>170</b>	<b>100</b>	<b>390</b>

Fuente: Mora Holguín, Castro Novoa, & Zárate (2016).

*Tabla 9. Número de empresas que han introducido innovaciones y número de innovaciones, 2012-2013*

<b>Tipo de innovación</b>	<b>No. Innovaciones</b>	<b>No. de Empresas a</b>
Producto	197	91
Proceso	65	47
Organizacional	95	55
Marketing	17	13
<b>Total</b>	<b>374</b>	<b>206</b>

Fuente: Mora Holguín, Castro Novoa, & Zárate (2016).

## CONCLUSIONES

Los indicadores aquí presentados son el resultado de un esfuerzo por delimitar el abordaje de un sector transversal como el de las TIC. Lo que los datos nos permiten conocer es que Colombia ha venido fortaleciendo de manera constante sus capacidades en cuanto a oferta de programas de formación, estudiantes en formación relacionada, grupos de investigación, investigadores y empresas que desarrollan actividades conducentes a la innovación. Sin embargo, las capacidades construidas aún no han logrado generar impactos significativos, pues aún son escasos los resultados obtenidos, principalmente en cuanto a innovaciones de novedad a nivel mundial y los ingresos percibidos por la venta de los mismos.

Los aspectos de cooperación entre investigadores no tienen resultados positivos, manteniendo una tendencia decreciente, el tipo de cooperación que se da entre las empresas del sector TIC y otros

---

pero que sí desarrollan actividades con este propósito se consideran potencialmente innovadoras, mientras que aquellas que no realizan ninguna actividad ni inversión al respecto se consideran no innovadoras.

actores del sistema nacional de CTI, no está relacionada con el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas, ya que son muy pocas las que mantienen relaciones con centros de investigación, incubadoras o tecno-parques, este es un punto importante en el que la política pública debe trabajar, para enfocarse en esfuerzos que permitan mejorar las relaciones entre los actores y contribuir al desarrollo de las capacidades potenciales de CTI que se han venido construyendo en el sector TIC.

Podría considerarse entonces que desde la perspectiva de los insumos el sector TIC en el país cuenta al menos con lo necesario para empezar a fortalecer sus capacidades; las principales oportunidades se identifican en la gestión que se hace con los insumos, es necesario, como se mencionó, mejorar las relaciones entre los agentes, el desarrollo conjunto de proyectos y la vinculación entre el talento en formación y formado con las instituciones dedicadas a la investigación y desarrollo, así como con el sector empresarial, no solo empresas del sector TIC sino también en otras esferas como en turismo, manufactura, servicios financieros, educativos y de salud, entre otros. El panorama bosquejado a partir de este análisis debiera convertirse en insumo para la formulación de instrumentos de política que pretendan cerrar las brechas en el sector y mejorar su competitividad.

## REFERENCIAS

- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities. En I. (. Haque, *Trade, Technology and International Competitiveness* (págs. 69-101). Washington: The World Bank.
- Dane. (2010). Revista de la información básica. Bogotá: DANE. Obtenido de [https://www.dane.gov.co/revista\\_ib/html\\_r7/portadilla\\_r7.html](https://www.dane.gov.co/revista_ib/html_r7/portadilla_r7.html)
- Dane. (Noviembre de 2014). *Anexos EDIT Servicios 2012-2013*. Recuperado el 19 de Junio de 2015, de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/Anexo\\_EDIT\\_Servicios\\_2012\\_2013.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/Anexo_EDIT_Servicios_2012_2013.xls)
- Dutrenit, G., Vera-Cruz, A., Arias, A., Sampedro, J. L., & Alma, U. (2006). *Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México. El caso de la industria maquiladora de exportación*. México: Miguel Angel Porrúa/UAM.
- Jaramillo, H., Lugones, G., & Salazar, M. (2001). *Manual de Bogotá: Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: RICYT, OEA, COLCIENCIAS, OCYT.
- Katz, J. (1986). *Desarrollo y Crisis de la Capacidad Tecnológica Latinoamericana*. Buenos Aires: BID-CEPAL-CIID-PNUD.
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*, 20(2), 165-186.
- Lall, S. (1993). Technological Capabilities. En J. (. Salomon, *The Uncertain Question: Science, Technology and Development* (págs. 264-301). Tokyo: United Nations University Press.
- Mora Holguín, H., Castro Novoa, N., & Zárata, S. (2016). Una aproximación a las capacidades de ciencia, tecnología e innovación de las empresas de servicios del sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones en Colombia. En D. Lucio-Arias, & C. Pardo Martínez (Eds.), *Análisis de indicadores de ciencia y tecnología* (págs. 227-250). Bogotá: Universidad del Rosario.
- Mora Holguín, H., Castro Novoa, N., Sánchez, É., Rodríguez Acosta, C., Zárata Rincón, S., Torralba Barreto, D., . . . Guevara, A. (2016). *Línea base de indicadores I+D+i de TIC : indicadores 2016. Colombia*. Bogotá: OCyT.
- Mora Holguín, H., Castro Novoa, N., Zárata Rincón, S., Lucio-Arias, D., Tique, J., Rivera Torres, S., . . . Sánchez, J. (2015). *Línea base de indicadores I+D+i de TIC : indicadores 2015 Colombia*. Bogotá: OCyT.
- Nelson, R. (1981). Research on Productivity Growth and Productivity Differences: Dead ends and departures. *Journal of Economic Literature*, 19, 1029-1064.
- OCyT; MinTIC; Colciencias. (2015). *Boletín de Indicadores I+D+i de TIC*. Bogotá: OCyT.
- RICYT; OEI; Ministerio de Educación de la República de Portugal; Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. (2009). *Manual de Lisboa: Pautas para la interpretación de los datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la Sociedad de la Información*. Lisboa: RICYT.
- Westphal, L., Kim, L., & Dahlman, C. (1985). Reflections on the republic of Korea's Adquisicion of technological capability,. En N. Rosenberg, & C. (. Frischtak, *International Technology*. New York: Praeger Publishers.