

Diego Alonso García-Bonilla 

Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Edgar Guillermo Rodríguez-Guevara 

Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Diana Lorena Pineda-Ospina 

Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Resumen

Objetivo: Identificar los avances que existen en la formación del recurso humano para las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación en la industria colombiana en los últimos diez años. **Método:** investigación con diseño metodológico mixto: el enfoque cualitativo fundamentó en la revisión documental de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; y, el análisis cuantitativo, se enfocó en el análisis bivariado de los resultados de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica 2009 y 2018. **Resultados:** Se destaca la mayor participación de doctores y personas con certificados en competencias laborales en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación y una disminución del recurso humano con niveles de básica primaria, secundaria y trabajadores calificados SENA. **Discusiones:** La efectividad de la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación debido a que, a excepción del nivel posgradual, ha disminuido la participación del recurso humano con nivel primario, secundario y superior, y con competencias certificadas en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación. **Conclusiones:** El análisis resalta la necesidad de implementar mecanismos de seguimiento para incentivar la participación de recurso humano en todos los niveles de formación en las actividades de Ciencia Y Tecnología que permita el mayor desarrollo de la innovación en la industria colombiana.

Palabras clave: Ciencia y Tecnología, Educación, Gestión humana, Innovación, Sector industrial.

Clasificación JEL: L52, O32, O14, O38

Abstract

Aim: This study investigated the progress in the training of human resources for science, technology, and innovation activities in the Colombian industrial sector over the past 10 years. **Methods:** It employed a mixed methodological design wherein the qualitative approach was based on the documentary review of the National Policy on Science, Technology, and Innovation and the quantitative analysis focused on the bivariate analysis of the results of the Survey on Technological Development and Innovation for 2009 and 2018. **Results:** The study results revealed greater participation of doctors and people with certified skills in science, technology, and innovation activities; however, a decrease in the participation of human resources with primary and secondary school qualifications and of SENA qualified workers was observed. **Discussions:** The study suggested that due to the ineffectiveness of the National Policy on Science, Technology, and Innovation, except from the human resources with the postgraduate level qualifications, the participation of human resources with primary, secondary, and higher school level qualifications and with certified skills has decreased in the science, technology, and innovation activities. **Conclusions:** The study findings highlighted the need to implement the follow-up mechanisms to encourage the participation of human resources at all levels of training in science and technology activities that will facilitate greater development in innovation within the Colombian industrial sector.

Keywords: Science and technology, Education, Human management, Innovation, Industrial sector.

JEL Classification Code: L52, O32, O14, O38

Autor de Correspondencia

diana.pineda@correounivalle.edu.co

Recibido: 27-02-2020

Aceptado: 28-05-2020

Publicado: 20-08-2020



Copyright © 2020
Desarrollo Gerencial

Como citar este artículo (APA):

García-Bonilla, D., Rodríguez-Guevara, E., & Pineda-Ospina, D. (2020). Cambios en el recurso humano para las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación en el sector industrial Colombiano. *Desarrollo Gerencial*, 12(2), 1-22. <https://doi.org/10.17081/deqe.12.2.3966>

Introducción

Con la creación de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación el Estado colombiano definió a la ciencia, la tecnología y la innovación (CTeI) como fuente de desarrollo y crecimiento económico (Conpes, 2009). Bajo esta perspectiva, el desarrollo y afianzamiento del conocimiento se convierte en un determinante clave para impulsar la estructura productiva del país, dando lugar al desarrollo de la economía del conocimiento. Con este enfoque, el conocimiento se constituye como el eje central para la creación de valor a través de políticas enfocadas a la ciencia, la tecnología y la innovación (CTeI) que incentivan una mayor oferta de bienes y servicios caracterizadas por la sofisticación en su contenido tecnológico (Sayarer et al., 2019; Yigitcanlar et al., 2019; Secundo, Ndou, Vecchio y De Pascale, 2020).

Con la elaboración del documento 3582 del Consejo Nacional de Política Económica y Social, se orientó la política al desarrollo de conocimiento como eje para el crecimiento económico (Conpes, 2009). A partir de allí, se han implementado iniciativas que propenden a mejorar e incrementar las actividades de innovación en el sector manufacturero. Entre ellas, se enfocó de manera prioritaria la formación del recurso humano para la generación y adaptación del conocimiento a las distintas esferas de la estructura productiva nacional, cuyo objetivo principal es incrementar la participación de recurso humano cualificado.

En este sentido, la política científica colombiana incluyó el diseño de estrategias orientadas a: a) El desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y de innovación junto con el diseño de políticas educativas integrales para *aprender a aprender*; b) Priorizar el fortalecimiento de la capacidad investigativa en las Instituciones de Educación Superior (IES) con el fin de generar el fomento y aseguramiento de la calidad educativa a nivel superior; c) Continuar con el proceso de fortalecimiento en la formación técnica y tecnológica orientada al desarrollo de la CTeI; d) Promover la certificación de competencias en todos los niveles y modalidades de formación; e) Incrementar la formación de docentes e investigadores; f) Promover el intercambio científico que facilite la movilidad de los investigadores; g) Fomentar la utilización de las tecnologías de información y comunicaciones (TICs); y h) Establecer mecanismos que fortalezcan de manera sostenible la relación universidad-empresa y la integración de la infraestructura académica y productiva (Conpes, 2009).

El establecimiento de estas acciones llevó al desarrollo de iniciativas de corto y largo plazo que exigen el constante seguimiento para identificar su avance y resultado en términos de las actividades de CTeI. Reconociendo la complejidad que esto conlleva, y destacando el significativo aporte de su resultado para la estructura productiva del país, el desarrollo del artículo propone aportar a la comprensión de cómo ha cambiado la formación del recurso humano en las actividades de CTeI en la industria colombiana en los últimos diez años.

Por lo anterior, el objetivo del análisis fue identificar los avances en la formación del recurso humano en las actividades de CTeI en la industria colombiana entre el 2009, año de creación de la Política de CTeI, y el año 2018. Para responder al interrogante y desarrollar el objetivo propuesto, se planteó un diseño metodológico mixto. Desde lo cualitativo, el enfoque incluyó la revisión de la política científica y desde el enfoque cuantitativo, se procesaron variables cuantitativas de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) 2009 y 2018 mediante análisis descriptivo bivariado en el software IBM SPSS Modeler 18.

Para la presentación de los resultados, el documento se estructuró en cuatro secciones: la primera, presenta la fundamentación teórica a la pregunta de investigación y el objetivo propuesto; la segunda sección, describe la metodología diseñada, el enfoque abordado y las fuentes de información así como las herramientas utilizadas para el procesamiento de los datos recopilados. En la tercera sección, se presentan el análisis y discusión de los resultados sobre el recurso humano en actividades de Ciencia, Tecnología E Innovación (CTeI) en Colombia y finalmente, en la última sección se presentan la discusión y las conclusiones del análisis.

Fundamentación Teórica

El abordaje analítico de la relación del nivel educativo, el recurso humano y las actividades para la innovación se establece teóricamente entre la economía del conocimiento y la transformación de la estructura productiva. Para Hansen y Winther (2015), Clarke y Gholamshahi (2018) y Avkopashvili et al., (2019), la economía del conocimiento se fundamenta en el rol de recurso humano como centro del sistema económico, lo que permite satisfacer las necesidades de material público e implementar el potencial humano existente (laboral, intelectual e innovador).

De esa forma, la economía del conocimiento ha sido considerada estratégica para los gobiernos, en la cual el diseño de las políticas económicas se ha orientado a lograr estructuras productivas con recurso humano altamente calificado y de alto valor, donde los factores tradicionales de producción ya no son considerados como los únicos determinantes del desarrollo y el crecimiento (Zhuravlev et al., 2018). En esta perspectiva, Frunzaru, Vătămănescu, Gazzola y Bolisani (2018) y Beecher, Streitwieser y Zhou (2019) advierten la forma en que el conocimiento es determinante para el desarrollo económico.

Para El Hadidi y Kirby (2017), Hadad (2017) y Chryssou (2020) el rol del recurso humano en la economía del conocimiento se desarrolla a partir de la adopción de medidas articuladas como programas gubernamentales de apoyo a las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación, el diseño y ejecución de programas de financiación que incentiven la formación y el establecimiento de relaciones de intercambio entre el sistema educativo y el sector productivo.

Asimismo, autores como Guo, Cai y Fei (2019), Meili (2019) y Miles, Belousova y Chichkanov (2019) subrayan factores relevantes para el desarrollo del conocimiento tales como la ubicación espacial, la estructura ocupacional y la oferta de bienes y servicios. Para estos autores, existe un vínculo entre el acceso al conocimiento y el recurso humano en capacidad de desarrollar la oferta productiva en la industria. En contraste, para Đonlagić y Kurtić (2016), Leitner, Warnke y Rhomberg (2016), Clarke y Lee (2017) y Khayati (2017) los principales promotores de las economías de conocimientos se centran en las redes de innovación, el desarrollo continuo del recurso humano y la capacidad de absorción de este recurso por parte de la estructura productiva.

Igualmente Martínez, et al. (2019) y O'Brien (2020) señalan que en la economía del conocimiento, la interacción entre el diseño de estrategias tecnológicas, la opción de innovaciones abiertas y el desarrollo de productos de conocimiento generan rendimientos que se traducen en innovaciones (radicales e incrementales) y llevan a la expansión de las empresas a los mercados internacionales. Los autores destacan la manera en que los incrementos en los niveles de formación del recurso humano generan externalidades positivas en el ciclo del diseño y ejecución de las estrategias tecnológicas y el cambio técnico.

En este estudio otro elemento central que se destacó del análisis en la revisión bibliográfica es el establecimiento de las relaciones Universidad-Empresa. Para Sarwar, et al. (2015) y Suomi et al. (2019) este vínculo es la conexión entre la demanda de conocimiento de la estructura productiva y la oferta de conocimiento generado en el sistema educativo. Carraquico y Matos (2019) y Ruangpermpool, Igel y Siengthai (2020) resaltan la importancia del desarrollo de políticas orientadas a fortalecer la relación entre el sistema educativo y el sector productivo. Con este enfoque, los autores sostienen que es necesario legitimar estas relaciones mediante estrategias de integración de los ámbitos educativos, productivos, laborales y empresariales en los que el recurso humano cualificado se integre de manera eficiente a los requerimientos de la estructura productiva.

En este sentido, los autores reconocen la importancia de las iniciativas público-privadas de acuerdo para suplir requerimientos productivos (Flanagan y Uyarra, 2016; Martin, 2016; Morisson y Doussineau, 2019). Para Rogge y Reichardt (2016) esta combinación de políticas hace necesaria una perspectiva integral de las políticas cuyos instrumentos (o elementos concretos), procesos (diseño de estrategias) y sus características (sistemas de seguimiento) facilitan el seguimiento a su desarrollo, permitiendo identificar el avance en los objetivos planteados.

Por otra parte, Magro y Wilson (2019) proponen una combinación de políticas en el campo de la CTeI que se caractericen por la posibilidad de integrar de manera multidimensional los objetivos, su orientación

a fines específicos y su adaptación al cambio para incentivar nuevos resultados. En la perspectiva de estos autores, el seguimiento al desarrollo de las políticas de CTeI es un elemento central para la identificación de la capacidad de la estructura productiva para generar productos en CTeI, especialmente cuando se vinculan estrategias en formación, capacitación y desarrollo de competencias tecnológicas en la industria.

Uyarra et al., (2017), Landoni y ogilvie (2019), Mavrot, Hadorn y Sager (2019) destacan los efectos de la convergencia de las políticas de innovación en el desarrollo industrial de las economías, reconociendo su capacidad para transformar los sectores productivo y consolidando a los empresarios como actores globales de las industrias nacionales. Sin embargo, este resultado es producto de múltiples transformaciones al interior de las economías, de las estructuras productivas y del recurso humano que interviene, requiriendo mayores y mejores niveles de educación. Así también, Caloffi y Mariani (2018); Fernández y Montalvo (2019), reconocen los efectos de los instrumentos de política para la innovación, como los programas de evaluación de resultados, para el diseño de mejores y mayores estrategias que lleven a la transformación de las economías.

En contraste, Podra et al. (2020) identifican el vínculo entre capital humano, desarrollo innovador y economía del conocimiento el potencial competitivo de las industrias, donde el diseño de mecanismos de políticas científicas garantiza la formación, acumulación, preservación y reproducción del conocimiento contribuye a desarrollar la estructura productiva de las economías. Los autores destacan la articulación entre el conocimiento productivo, la educación de calidad y el capital intelectual con la producción de bienes como esenciales en los actuales y futuros mercados internacionales con tecnologías emergentes.

De esta forma, las distintas perspectivas analizadas por los autores abordan el análisis de la economía del conocimiento para la innovación en la industria desde múltiples enfoques que describen aspectos como la participación interinstitucional, la sincronización de políticas o la relación entre competitividad e innovación, permitiendo una mayor comprensión de la correspondencia entre el recurso humano, los productos del conocimiento y el desarrollo industrial. En este sentido, el seguimiento a las estrategias e iniciativas de política en CTeI se constituyen como eje de análisis central para el diseño de la combinación de políticas en innovación adecuadas que promuevan cambios y mejoras en las estructuras productivas y una mayor sofisticación de la oferta de bienes en la economía.

Método

En esta investigación el diseño metodológico que se empleó para identificar los avances en la formación del recurso humano en las actividades de CTeI en la industria colombiana entre el año 2009- año de creación de la Política de CTeI- y el 2018 parte de una estrategia mixta (Martins et al., 2016; Reilly y Jones, 2017). Para este fin, se realizó una revisión documental que permitió la identificación de categorías analíticas. Posteriormente, se desarrolló un análisis cuantitativo a través de la depuración de

información estadística secundaria publicada en la base de micro-datos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) para los años 2009 y 2018.

Las categorías procesadas para el análisis se seleccionaron según su capacidad para describir y tipificar la cualificación del recurso humano vinculado a las actividades de CTeI en los sectores industriales de Colombia según los aspectos identificados en el análisis cualitativo previo. Para ello, se incluyeron en los análisis datos sobre recurso humano y personas con certificaciones de competencias laborales declarados por las empresas en los distintos sectores productivos en dos muestras de empresas: 8.642 en 2009 y 7.529 en 2018. Se excluyeron del análisis el promedio de recurso humano que se encontraba en formación en el año de estudio. Adicionalmente, para hacer comparables los dos años se realizó la correlación de los sectores productivos de CIIU 3 del año 2009 a CIIU 4 del año 2018. Esta información, de carácter secundario, fue extraída de los microdatos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) para los años 2009 y 2018.

El procesamiento de la información cualitativa se realizó en el software ATLAS Ti. 8 y el de la información cuantitativa se realizó en el software IBM SPSS Modeler 18. El análisis cuantitativo se caracterizó por ser bivariado y descriptivo sobre el nivel educativo y el tipo de industria en el que se desarrollan actividades de CTeI. Se tomó como año inicial del análisis el 2009 por ser el año en que inicia la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia CTeI y se eligió el 2018 como año de contraste por ser el último año disponible de información en micro-datos lo que permitió el desarrollo de un análisis comparativo de mayor tiempo.

Para el procesamiento estadístico de la información se realizó mediante la depuración de las variables asociadas al nivel educativo según el sector productivo. En lo referente al nivel educativo, se clasificaron los niveles como primario, secundario y terciario (universitario, tecnológico y técnico) y la educación posgradual (especialización, maestría y doctorado). A su vez, los sectores productivos fueron clasificados según la armonización de CIIU 3 a CIIU 4 y se clasificó la industria según su intensidad tecnológica por subgrupos a 4 dígitos CIIU.

Resultados

El recurso humano en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) en Colombia

El análisis propuesto en esta investigación se desarrolla en cinco dimensiones. Cada una de ellas tiene el propósito de contribuir de forma específica al objetivo general el cual fue identificar los avances en la

formación del recurso humano en las actividades de CTeI en la industria colombiana entre el 2009, año de creación de la Política de CTeI, y el 2018.

En este sentido, la primera dimensión se orientó a comprender el vínculo entre empresas y recurso humano ocupado en las Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTeI). En la segunda dimensión se interpretó la distribución del recurso humano según su nivel de formación entre las empresas innovadoras, las que desempeñan ACTeI y las no innovadoras. La tercera dimensión, se enfocó a la identificación de los cambios en el personal en la estructura de la industria manufacturera. La cuarta dimensión, se describió la conexión entre la intensidad tecnológica y las demandas de recurso humano calificado en la estructura manufacturera. Finalmente, en la quinta dimensión, se estableció la participación del recurso humano certificado según su experticia y la experiencia laboral en el desarrollo de ACTeI, es decir, de la cualificación no formal por ciclo académico.

Para ampliar cada una de estas dimensiones, a continuación se describen sus principales hallazgos:

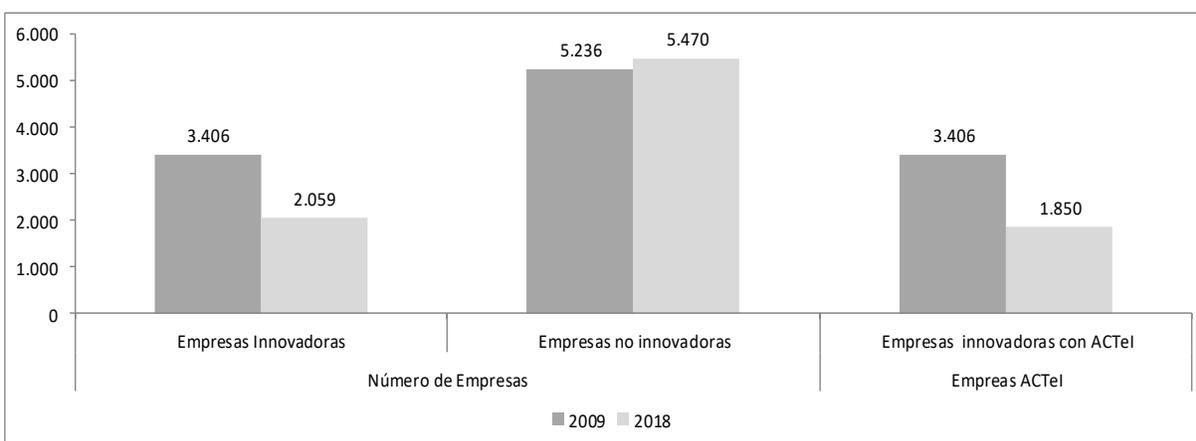
Empresas y recurso humano en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTeI) 2009-2018

De acuerdo con los datos de la EDIT (DANE), para el año 2009, en Colombia se registraron 8.642 establecimientos productivos en el sector manufacturero. De este número de empresas 3.406, el 39.4% se clasificaron como innovadoras y reportaron el desarrollo de ACTeI. En contraste, 5.236, es decir, el 60.6% se clasificaron como no innovadoras. Para el 2018, el número de empresas innovadoras disminuyó a 39.5% y las empresas no innovadoras se incrementó a 4.5%. Adicional a la disminución en el número de empresas innovadoras, entre el 2009 y el 2018 se registró una reducción del número de empresas que desarrollaron ACTeI en 45.7% (Gráfico 1a).

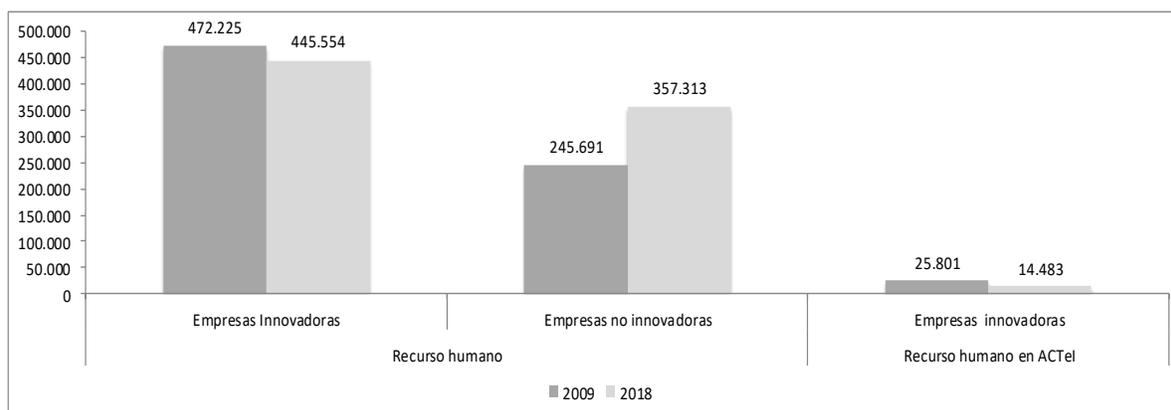
Gráfico 1.

Empresas y recurso humano en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTeI) 2009-2018

a) Empresas innovadoras y no innovadoras 2009-2018



b) Recurso humano vinculado en empresas innovadoras y no innovadoras 2009-2018



Nota. Los gráficos representan la distribución del recurso humano en las empresas innovadoras y no innovadoras y el recurso humano que desarrolla actividades de ciencia, tecnología e innovación en empresas innovadoras en 2009 y 2018. Las empresas innovadoras con ACTeI son parte de las empresas innovadoras. Elaboración propia de autores (2020) con base en los datos EDIT-DANE.

En promedio, en el 2009 una empresa que desarrollaba ACTeI contaba con siete personas que participaban de estas actividades y en el 2018, una empresa que desarrollaba ACTeI contaba en promedio con ocho personas realizando estas actividades. Sin embargo, al comparar el número de empresas y el recurso humano vinculado a ACTeI en Colombia entre el 2009 y el 2018 se observa una disminución tanto de las empresas innovadoras, de empresas que desarrollaron ACTeI y del número de personas vinculadas a estas actividades (Gráfico 1b).

Distribución del recurso humano por nivel educativo 2009-2018

Al analizar el recurso humano vinculado a las empresas innovadoras que desarrollan actividades generales, en el 2009 se destacó la concentración de personas con educación secundaria, seguido del nivel universitario. En cuanto a la formación superior, se destacó el nivel educativo universitario como el de mayor concentración, especialmente en lo referente al nivel de tecnología y técnico. Con referencia a la educación superior posgrados, en este período se destacó el nivel de especialización sobre el nivel de maestría y doctorado (Tabla 1).

En cuanto al recurso humano vinculado a las empresas innovadoras en 2009, resalta la baja proporción de personas que desempeñan actividades CTeI. Del recurso humano con formación posgradual, 33.5% de los doctores, 22.2% de magister y 14.5% de especialistas vinculados a empresas innovadoras que desarrollaron ACTeI. En contraste, a nivel de educación superior, 11.5% de los profesionales universitarios, 8.9% de los tecnólogos y 6.9% de los técnicos estaban vinculados a ACTeI. Para el 2018 se destacó una mayor concentración del recurso humano a nivel doctoral en ACTeI en relación al 2009. Para el 2018 el 46.9% de los doctores vinculados a empresas innovadoras se dedicaron al desarrollo de

ACTeI. Por otra parte, los niveles educativos posgradual no doctoral, superior y básico, disminuyeron su porcentaje de participación entre los períodos.

Tabla 1.

Recurso humano por nivel educativo en empresas innovadoras 2009-2018

Nivel educativo	2009		2018	
	Actividades generales	Actividades de innovación	Actividades generales	Actividades de innovación
Doctorado	282	95	224	105
Maestría	2.420	537	4.045	895
Especialización	13.390	1.937	15.158	2.004
Universitario	65.463	7.508	66.286	5.987
Tecnólogo	32.348	2.877	44.556	1.870
Técnico	51.372	3.527	57.435	1.566
Educación secundaria	237.084	7.347	220.772	1.782
Educación primaria	46.648	1.502	23.703	118
Trabajadores calificados SENA	16.494	507	9.943	156
TOTAL	465.501	25.837	442.122	14.483

*En este grupo no se incluye el recurso humano sin formación

**Este recurso humano forma parte del total de personas vinculadas a las actividades generales. Nota. La tabla describe la distribución del recurso humano en empresas innovadoras según el nivel educativo y las actividades generales o de ciencia y tecnología entre 2009 y 2018. Elaboración propia de autores (2020) con base en los datos [EDIT-DANE](#).

Respecto al recurso humano vinculado a empresas innovadoras que desempeñan actividades generales, entre el 2009 y el 2018 se identificó un incremento a nivel de maestría y especialización y en todos los niveles de educación superior. Sin embargo, se registró una disminución del recurso humano con formación doctoral (20.6%); con educación básica secundaria (6.9%) y con primaria (49.2%). Al comparar la variación del recurso humano en empresas innovadoras dedicado a ACTeI entre 2009-2018, los datos describen un aumento de las personas con formación posgradual, especialmente en el nivel de maestría (66.7%) y doctorado (10.5%) y la disminución del número de personas con formación superior y básica, especialmente en el nivel de secundaria (75.7%) y técnico (55.6%).

El nexos entre el recurso humano en empresas innovadoras dedicado a actividades generales y ACTeI permite concluir que entre 2009 y 2018 disminuyeron el número de doctores en la industria manufacturera que participaban de actividades generales pero se incrementó el porcentaje de ellos en las ACTeI; se incrementó el número de magísteres y especialistas tanto en actividades generales como en ACTeI y se incrementó el número de profesionales universitarios, tecnólogos y técnicos en actividades generales, pero se disminuyó su participación en ACTeI.

Distribución del recurso humano por nivel educativo en la industria manufacturera entre 2009 y 2018

El análisis realizado sobre el recurso humano por nivel educativo y sector manufacturero evidenció que el mayor incremento de recurso humano con nivel posgradual en ACTeI se encuentra en los sectores de fabricación de maquinaria de oficina, fabricación de papel y cartón, fabricación de otros tipos de equipo de transporte y curtido y adobo de cueros. En contraste con lo anterior, los sectores de transformación de la madera, fabricación de muebles, coquización, actividades de edición e impresión y fabricación de productos de tabaco registraron la mayor disminución en el recurso humano con formación posgradual en sus ACTeI (Tabla 2).

De acuerdo con los datos analizados, las industrias de la fabricación de sustancias y productos químicos y elaboración de productos alimenticios y bebidas contaron con el mayor número de personas en este nivel y fabricación de maquinaria de oficina, fabricación de otros tipos de equipo de transporte, curtido y adobo de cueros, fabricación de productos metalúrgicos básicos y fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos no desarrollaron ACTeI con recurso humano con formación doctoral.

Por otra parte, el nivel básica primaria y el nivel básica secundaria presentaron una disminución entre el 2009 y 2018 del desarrollo de ACTeI en los sectores manufactureros, especialmente en actividades de edición e impresión, transformación de la madera, fabricación de sustancias y productos químicos, fabricación de productos de caucho y de plástico y coquización.

Complementando el nivel educativo básico, entre el 2009 y el 2018 los trabajadores calificados SENA registraron disminuciones en múltiples sectores. Solo los sectores de fabricación de productos textiles y fabricación de sustancias y productos químicos incrementaron el número de personas con este nivel educativo en sus ACTeI.

Tabla 2.
Distribución del recurso humano por nivel educativo en la industria manufacturera en 2009 y 2018

Industria manufacturera	Doctorado		Maestría		Especialización		Universitario		Tecnólogo		Técnico		Educación secundaria		Educación primaria		Trabajadores calificados SENA	
	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018
Elaboración de productos alimenticios y bebidas	19	25	92	251	446	449	1.394	1.415	598	398	516	372	1.380	484	225	29	83	39
Fabricación de productos de tabaco	2	0	10	0	20	0	64	0	14	0	32	0	16	0	0	0	4	0
Fabricación de productos textiles	1	2	10	12	85	86	213	195	177	92	322	110	469	147	47	5	8	22
Confección de prendas de vestir	1	1	6	14	57	54	300	249	250	52	168	38	447	109	228	9	33	14
Curtido y adobo de cueros	0	0	2	8	20	28	79	104	42	50	47	137	483	26	318	4	23	5
Transformación de la madera	0	0	3	0	8	6	31	22	6	17	11	0	21	5	0	0	11	0
Fabricación de papel y cartón	1	4	11	40	24	43	208	152	94	45	48	37	26	19	5	3	22	0
Actividades de edición e impresión	4	3	38	3	168	27	430	127	130	25	126	34	146	33	9	0	8	7
Coquización	15	0	81	6	22	37	68	78	10	13	3	1	13	4	0	0	0	0
Fabricación de sustancias y productos químicos	16	26	114	201	423	484	1.555	1.334	476	338	211	208	1.121	247	22	3	24	37
Fabricación de productos de caucho y de plástico	10	3	45	47	133	116	527	296	264	133	564	73	824	113	108	5	65	4
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	8	14	48	34	146	104	1.021	257	203	70	295	84	1.215	86	219	19	50	2
Fabricación de productos metalúrgicos básicos	0	0	7	14	38	42	108	92	49	16	145	13	80	21	47	8	6	1
Fabricación de productos elaborados de metal	1	0	16	30	87	87	325	212	199	98	270	52	351	100	34	14	57	3
Fabricación de maquinaria y equipo	2	3	10	22	67	65	320	226	114	101	142	50	174	75	24	5	30	5
Fabricación de maquinaria de oficina	0	0	0	29	1	27	10	60	3	36	7	19	18	10	0	0	0	1
Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos	0	0	13	23	59	82	209	269	69	121	102	117	99	37	21	2	3	3
Fabricación de vehículos automotores	15	2	14	15	35	46	178	240	47	58	86	29	123	44	88	1	7	0
Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	0	0	0	9	16	20	94	85	14	40	279	49	74	99	51	5	0	3
Fabricación de muebles	0	0	13	2	69	34	331	137	105	45	130	27	212	30	56	0	72	2
Otras industrias manufactureras	0	22	4	135	13	167	43	437	13	122	23	116	55	93	0	6	1	8
TOTAL	95	105	537	895	1.937	2.004	7.508	5.987	2.877	1.870	3.527	1.566	7.347	1.782	1.502	118	507	156

Nota: La tabla describe la distribución del recurso humano por sector productivo y nivel educativo. Elaboración propia con base en los Datos del EDIT-DANE

Distribución de la intensidad tecnológica de la producción manufacturera y nivel educativo en el recurso humano 2009-2018

La clasificación de la producción industrial manufacturera por intensidad tecnológica entre 2009 y 2018 mostró una disminución generalizada del recurso humano por nivel educativo alcanzado. A su vez, las manufacturas de recursos naturales disminuyó su intensidad de mano de obra en un 62.8% (Tabla 3). La industria de baja intensidad tecnológica disminuyó su intensidad de mano de obra en 56.1%. La industria de media intensidad tecnológica disminuyó su intensidad de mano de obra en 33.2%. Y la industria de alta intensidad tecnológica registró la menor disminución equivalente a 1.1%.

Tabla 3.

Distribución de la intensidad tecnológica de la producción manufacturera y nivel educativo 2009-2018

Intensidad tecnológica	Doctorado		Maestría		Especialización		Universitario		Tecnólogo		Técnico		Educación secundaria		Educación primaria		Trabajadores calificados SENA	
	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018
Manufacturas de recursos naturales	17	0	91	6	42	37	132	78	24	13	35	1	29	4	0	0	4	0
Baja	45	52	284	441	1.243	1.034	4.859	3.166	2.068	1.025	2.497	964	5.574	1.152	1.249	88	432	98
Media	17	5	31	89	157	200	710	703	227	251	659	160	469	249	210	19	43	10
Alta	16	48	131	359	495	733	1.807	2.040	558	581	336	441	1.275	377	43	11	28	48
Total	95	105	537	895	1.937	2.004	7.508	5.987	2.877	1.870	3.527	1.566	7.347	1.782	1.502	118	507	156

Nota. La tabla describe la distribución del recurso humano por intensidad tecnológica del sector productivo y nivel educativo entre 2009 y 2018. Elaboración propia con base en los Datos del EDIT-DANE.

De acuerdo con la intensidad tecnológica de los sectores productivos, el mayor incremento del recurso humano con formación posgradual se dio en los niveles de especialización y maestría en las industrias de alta intensidad, seguido de los niveles de maestría y especialización en la industria con media intensidad.

En lo referente a la formación superior, la industria con alta intensidad tecnológica fue la única que registró crecimiento en el recurso humano, principalmente en el nivel técnico y universitario. Por tipo de formación, el mayor decrecimiento en formación se presentó en la educación básica primaria y secundaria, principalmente en las industrias de manufacturas de recursos naturales y baja intensidad tecnológica.

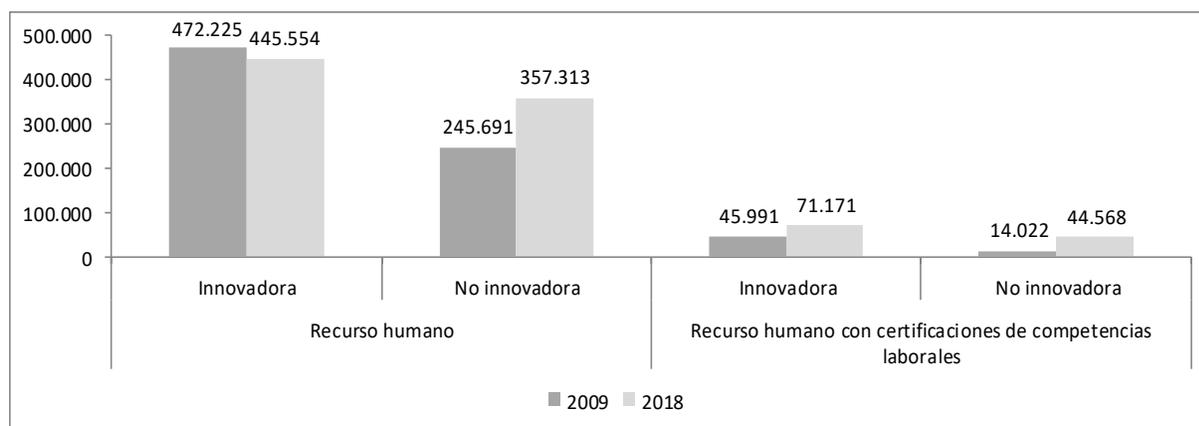
Al analizar la concentración de trabajadores calificados del SENA se identificó el decrecimiento para todos los tipos de industria por intensidad tecnológica, excepto la industria de alta intensidad. Sin embargo, entre 2009 y 2018 se generó una disminución del 69.2% del total del recurso humano en este nivel educativo.

Certificación de competencias laborales en ACTel 2009-2018

Para ampliar la descripción del recurso humano por nivel educativo, los datos registraron un incremento entre 2009 y 2018 de 15.9% en el personal con certificaciones de competencias laborales en empresas innovadoras. Este incremento, contribuyó al desarrollo de procesos asociados a la innovación toda vez que reconoce la experiencia laboral práctica de los trabajadores durante largos períodos productivos especializados, generando así conocimiento tácito en el proceso productivo (Gráfico 2).

Gráfico 2.

Recurso humano con certificación de competencias laborales 2009-2018



Nota. El gráfico representa la distribución del recurso humano con certificación de competencias laborales en 2009 y 2018 en empresas innovadoras y no innovadoras. Elaboración propia con base en los Datos del EDIT-DANE.

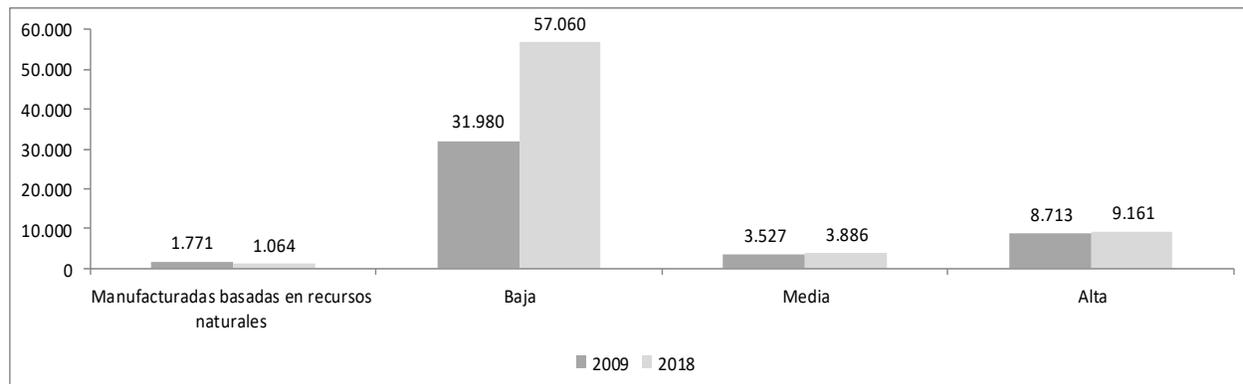
Respecto a la intensidad tecnológica en la industria manufacturera, en 2009 la mayor concentración de recurso humano con competencias laborales certificadas se dio en empresas de baja intensidad tecnológica (69.5%), seguido de las empresas en la industria de alta intensidad tecnológica (18,9%) y las de media intensidad tecnológica (7.7%). En el 2018, se conservó la misma tendencia en la concentración de recurso humano por intensidad tecnológica (Gráfico 3).

Al comparar el número de personas certificadas por tipo de intensidad tecnológica en la industria, se identificó entre 2009 y 2018 un incremento en el número de personas con estas competencias en el 54.7% de las industrias, donde la mayor participación se dio en la industria de baja intensidad tecnológica (78,4%), seguido de la media (10,2%) y la alta (5,1%). Adicionalmente, la industria de manufacturadas basadas en recursos naturales disminuyó 39.9% en el período de análisis.

Al analizar la relación entre recurso humano y la intensidad tecnológica de la industria en el 2009, se identificó que por una persona en la industria con alta intensidad tecnológica, había tres personas trabajando en la industria de baja intensidad. Para el 2018, esta equivalencia se incrementó de uno a seis, producto del crecimiento del recurso humano en este tipo de industria.

Gráfico 3.

Recurso humano con certificación de competencias laborales por intensidad tecnológica en la industria manufacturera 2009-2018



Nota. El gráfico representa la distribución del recurso humano con certificación de competencias laborales por intensidad tecnológica en la industria manufacturera 2009-2018. Elaboración propia con base en los Datos del [EDIT-DANE](#).

Discusiones

Los resultados empíricos permiten responder cómo ha cambiado la formación del recurso humano en las actividades de CTeI en la industria colombiana en los últimos diez años. Al respecto, la formación del recurso humano se ha incrementado en los niveles más altos (nivel superior y posgradual) y se han incrementado el número de personas con mayor cualificación en las ACTeI.

De acuerdo con el objetivo de esta investigación el cual fue identificar el avance de la vinculación del recurso humano calificado a las actividades de CTeI en la industria colombiana entre el 2009, año de creación de la Política de CTeI, y el 2018, los resultados permiten afirmar que en los años de desarrollo de la política se han mejorado los niveles de formación del recurso humano en las ACTeI. Sin embargo, estas mejoras no se caracterizan por ser generalizadas en todos los niveles educativos como ocurre en los niveles técnico y tecnológico.

Por tanto, es necesario disponer de mayor recurso humano en todos niveles educativos para facilitar una mayor transferencia de conocimiento a lo largo del proceso productivo y en la estructura productiva en general. Para [Arant et al. \(2019\)](#) y [Van Aswegen y Retief \(2020\)](#) el vínculo entre las empresas y las universidades a través de la formación y la investigación son los ejes centrales para el desarrollo del conocimiento como motor de la economía. Para estos autores, es necesario integrar personal calificado en todos los niveles que desarrollo actividades específicas que contribuyen a la CTeI a lo largo del tiempo. En esta perspectiva, y tomando como referencia que la Política de CTeI colombiana plantea estrategias para integrar todos los niveles de formación, es necesario avanzar en una mayor integración de todos los niveles de formación a las ACTeI que lleven al desarrollo de mayor conocimiento, incentivando con ello una economía del conocimiento que contribuya al desarrollo económico del país.

Para ello, es necesario el diseño de políticas mixtas (Kergroach, 2019; Meissner y Kergroach, 2019; Walwyn y Naidoo, 2020) que aborden dos aspectos centrales: la promoción al desarrollo integral del recurso humano en las ACTeI y el desarrollo de la estructura productiva. En lo relacionado con el desarrollo integral del recurso humano en la ACTeI, se requiere diseñar mecanismos que garanticen la formación, la inserción laboral y la movilidad en el campo de la investigación intra e inter sectorial con el sistema educativo como lo define la política de CTeI colombiana.

Además, es necesario replantear la ejecución de la política pública para establecer estrategias público-privadas que incentiven la formación académica a nivel post-gradual, su articulación al Sistema de Ciencia y Tecnología en condiciones de estabilidad laboral que promuevan incrementos en los productos de nuevo conocimiento y que contribuya a una mayor participación en todo el territorio colombiano.

El acceso de recurso humano cualificado promovería el segundo aspecto que promueve la política científica colombiana, el desarrollo de la estructura productiva. Con un recurso humano con mayor cualificación en la industria nacional, se apoyaría la diversificación tecnológica que se provee en la economía del conocimiento, permitiendo la fusión entre tecnologías blandas y duras que incrementaría el contenido tecnológico, creando así nuevas oportunidades para la economía colombiana donde la relación Universidad, Estado y Empresa son determinantes.

Por todo lo anterior, es necesario establecer lineamientos para favorecer el desarrollo de nuevo conocimiento en la estructura productiva mediante el recurso humano, estimulando la sofisticación de la oferta de bienes y una dinámica laboral que destaque el rol de la educación como un capital intensivo en el tiempo con altas tasas de retorno para todos los que participan en la actividad económica. De esta manera, el enlace entre el nivel educativo, recurso humano y ACTeI se constituye como un eje de investigación con amplio alcance en el tiempo que requiere especial atención.

Conclusiones

El identificar las ACTeI como ejes estratégicos para el crecimiento económico del país hace necesaria la consolidación de recurso humano formado de acuerdo a los requerimientos de conocimiento para avanzar en el desarrollo del país. El análisis de los datos destaca la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación como lineamiento estratégico para el desarrollo del recurso humano adecuado para las demandas de las unidades productivas del país.

Los datos analizados en la sección de resultados destacó el incremento en el recurso humano con formación en maestría, especialización, universitario, tecnólogo y técnico pero una disminución en el nivel doctoral entre las actividades generales de las empresas innovadoras entre 2009 y 2018.

Adicional a este cambio, se destacó el incremento de recurso humano en ACTeI de nivel doctorado, maestría y especialización y una disminución en los niveles universitario, tecnólogo, técnico, educación secundaria, educación primaria y trabajadores calificados SENA para el período de estudio.

A 2018 en Colombia había menos doctores vinculados al sector manufacturero que en el 2009. Sin embargo, había una mayor proporción de doctores desarrollando ACTeI en la estructura productiva. En lo concerniente al recurso humano en el nivel educativo técnico y tecnológico que han sido priorizados como estratégicos en la Política de CTeI, los datos reflejan una mayor participación en actividades generales pero una disminución en ACTeI entre 2009 y 2018. Al analizar la distribución del recurso humano por intensidad tecnología en la industria manufacturera, entre 2009 y 2018 se describe una disminución generalizada en todos los niveles, especialmente la industria de baja y media intensidad tecnológica.

Otra de las estrategias claves para la política de CTeI es la promoción de la certificación de competencias. En este aspecto, entre 2009 y 2018 se identificó el incremento en el recurso humano con certificaciones de competencias laborales en empresas tanto innovadoras como no innovadoras, siendo los sectores con baja intensidad tecnológica las receptoras del mayor número de personas certificadas en competencias laborales.

De acuerdo al análisis de los cambios en el recurso humano que participó en ACTeI en la industria manufacturera entre 2009 y 2018, es posible concluir que en los años en los que se han implementado las distintas estrategias de la Política en CTeI se han generado grandes avances en términos de formación de recurso humano. Estos avances destacan la mayor participación de doctores en las ACTeI y un mayor número de personas con certificados en competencias laborales. Sin embargo, los datos describen disminuciones en la participación de recurso humano con los niveles tecnológicos, técnicos y de básica primaria y secundaria que han sido priorizados en las estrategias de la Política de CTeI, destacando la necesidad de continuar con planes, programas y proyectos que faciliten el desarrollo en formación del recurso humano adecuada a los requerimientos de la estructura productiva del país.

Para este fin, es necesaria la combinación y desarrollo de diseños de políticas científicas, educativas, laborales y productivas que estimulen la mayor formación e incorporación del recurso humano adecuado para el desarrollo y crecimiento económico del país. En consideración al estado actual del recurso humano en las ACTeI, la combinación de políticas debería incluir estrategias enfocadas a incrementar el recurso humano formado en todos los niveles en un mayor número de ACTeI en empresas innovadoras para incrementar sus resultados.

En esta perspectiva, las estrategias de la combinación de políticas deberían establecer incentivos a que las empresas catalogadas como no innovadoras para que establezcan y desarrollen un mayor número de ACTeI que les permita innovar a nivel de productos, procesos, gestión o mercados. Para ello, es posible abordar en el diseño de política una perspectiva de comunidades de innovación en la que los impulsores de la innovación y la gestión de los macro-procesos de la innovación estarían en mejores condiciones para promover la innovación a nivel intra e inter industria a partir del recurso humano disponible.

En este sentido, los cambios en el recurso humano a partir de la Política de CTeI entre 2009 y 2018 destacan avances en los niveles de educación del recurso humano en ACTeI pero señalan la necesidad de incrementarlo dado que se cuenta con recurso humano con alto nivel educativo pero no dedicado al desarrollo de ACTeI donde podría tener un mayor retorno para incrementar la innovación y responder así a los retos de la estructura económica colombiana en el contexto nacional y en los mercados internacionales.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada con recursos de la Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Referencias

- Arant, W., Fornahl, D., Grashof, N., Hesse, K., & Söllner, C. (2019). University-industry collaborations—The key to radical innovations? *Review of Regional Research*, *39*(2), 119-141. <http://doi.org/10.1007/s10037-019-00133-3>
- Avkopashvili, P., Polukhin, A., Shkodinsky, S., & Poltarykhin, A. (2019). The Fundamental Provisions of the Concept of Knowledge Economy. In Popkova E., Ragulina Y., Bogoviz A. (eds) *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century. Studies in Systems, Decision and Control* (pp. 57-64). Cham: Springer. http://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7_5
- Beecher, B., Streitwieser, B., & Zhou, J. (2019). Charting a new path toward economic prosperity: Comparing policies for higher education hubs in Hong Kong and South Korea. *Industry and Higher Education*, *34*(2), 80-90. <http://doi.org/10.1177/0950422219880477>
- Caloffi, A., & Mariani, M. (2018). Regional policy mixes for enterprise and innovation: A fuzzy-set clustering approach. *Environment and Planning C: Politics and Space*, *36*(1), 28-46. <http://doi.org/10.1177/2399654417691515>

- Carraquico, T., & Matos, F. (2019). Science-with-business: Improving innovation and competitiveness in SMEs. *Proceedings of the European Conference on Knowledge Management, 2*, 1173-1181. <http://doi.org/10.34190/KM.19.272>
- Chryssou, C. (2020). University–industry interactions in the Sultanate of Oman: Challenges and opportunities. *Industry and Higher Education, 34*(5), 342–357. <http://doi.org/10.1177/0950422219896748>
- Clarke, T., & Gholamshahi, S. (2018). Developing Human Capital for Knowledge Based Economies. In: Clarke, K. (Eds) *Innovation in the Asia Pacific* (pp. 247-270). Singapore: Springer. http://doi.org/10.1007/978-981-10-5895-0_12
- Clarke, T., & Lee, K. (2017). Innovation in the Asia Pacific: From Manufacturing to the Knowledge Economy. Singapore: Springer. <http://doi.org/10.1007/978-981-10-5895-0>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social-Conpes. (2009). Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Documento 3582). Departamento Nacional de Planeación, Minciencias. <https://minciencias.gov.co/node/301>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas –DANE- (2009) Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas –DANE- (2018). Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>
- Đonlagić, S., & Kurtić, A. (2016). The Role of Higher Education in a Knowledge Economy. In Ateljević J., Trivić J. (Eds.) *Economic Development and Entrepreneurship in Transition Economies* (pp. 91-106). Cham: Springer. http://doi.org/10.1007/978-3-319-28856-7_6
- El Hadidi, H., & Kirby, D. (2017). University–industry collaboration in a factor-driven economy: The perspective of Egyptian industry. *Industry and Higher Education, 31*(3), 195-203. <http://doi.org/10.1177/0950422217705243>
- Fernández-Sastre, J., & Montalvo-Quizhpi, F. (2019). The effect of developing countries' innovation policies on firms' decisions to invest in R&D. *Technological Forecasting and Social Change, 143*, 214-223. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.02.006>

- Flanagan, K., & Uyarra, E. (2016). Four dangers in innovation policy studies—and how to avoid them. *Industry and Innovation*, 23(2), 177-188. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1146126>
- Frunzaru, V., Vătămănescu, E., Gazzola, P., & Bolisani, E. (2018). Challenges to higher education in the knowledge economy: anti-intellectualism, materialism and employability. *Knowledge Management Research and Practice*, 16 (3), 388-401. <http://doi.org/10.1080/14778238.2018.1493368>
- Guo, R., Cai, L., & Fei, Y. (2019). Knowledge integration methods, product innovation and high-tech new venture performance in China. *Technology Analysis and Strategic Management*, 31(3), 306-318. <http://doi.org/10.1080/09537325.2018.1500688>
- Hadad, S. (2017). Strategies for developing knowledge economy in Romania. *Management & Marketing, Challenges for the Knowledge Society*, 12(3), 416-430. <http://doi.org/10.1515/mmcks-2017-0025>
- Hansen, T., & Winther, L. (2015). Manufacturing in the knowledge economy: innovation in low-tech industries. In Bryson, J. Clark, & Vanchan, V. (Eds.), *The Handbook of Manufacturing Industries in the World Economy* (pp. 439-450). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781781003930.00040>.
- Kergroach, S. (2019). National innovation policies for technology upgrading through GVCs: A cross-country comparison. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, 258-272. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.04.033>
- Khayati, A. (2017). Innovation and scientific research in the context of knowledge economy: The case of GCC countries. *International Journal of Economic Research*, 14(9), 77-87.
- Landoni, M., & ogilvie, D. (2019). Convergence of innovation policies in the European aerospace industry (1960–2000). *Technological Forecasting and Social Change*, 147, 174-184. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.07.007>
- Leitner, K., Warnke, P., & Rhomberg, W. (2016). New forms of innovation: critical issues for future pathways. *Foresight*, 18(3), 224-237. <http://doi.org/10.1108/FS-07-2014-0050>
- Magro, E., & Wilson, R. (2019) Policy-mix evaluation: Governance challenges from new place-based innovation policies. *Research Policy*, 48(10), 103-612. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.06.010>

- Martin, B. (2016). R&D policy instruments—a critical review of what we do and don't know. *Industry and Innovation*, 23(2), 157-176. <https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1146125>
- Martínez-Román, J., Gamero, J., Delgado-González, M., & Tamayo, J. (2019). Innovativeness and internationalization in SMEs: An empirical analysis in European countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 148, 119-216. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119716>
- Martins, J., Gonçalves, R., Oliveira, T., Cota, M., & Branco, F. (2016). Understanding the determinants of social network sites adoption at firm level: A mixed methodology approach. *Electronic Commerce Research and Applications*, 18, 10-26. <http://doi.org/10.1016/j.elerap.2016.05.002>
- Mavrot, C., Hadorn, S., & Sager, F. (2019). Mapping the mix: Linking instruments, settings and target groups in the study of policy mixes. *Research Policy*, 48(10), 103-614. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2018.06.012>
- Meili, R. (2019). The influence of small town context on access to external knowledge. *Entrepreneurship and Regional Development*, 31 (9-10), 826-841. <http://doi.org/10.1080/08985626.2019.1606288>
- Meissner, D., & Kergroach, S. (2019). Innovation policy mix: mapping and measurement. *Journal of Technology Transfer*. <http://doi.org/10.1007/s10961-019-09767-4>
- Miles, I., Belousova, V., & Chichkanov, N. (2019). Knowledge intensive business services: innovation and occupations. *Foresight*, 21(3), 377-408. <http://doi.org/10.1108/FS-11-2018-0091>
- Morisson, A., & Doussineau, M. (2019). Regional innovation governance and place-based policies: design, implementation and implications. *Regional Studies, Regional Science*, 6(1), 101-116. <http://doi.org/10.1080/21681376.2019.1578257>
- O'Brien, K. (2020). Innovation types and the search for new ideas at the fuzzy front end: Where to look and how often? *Journal of Business Research*, 107, 13-24. <http://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.007>
- Podra, O., Litvin, N., Zhyvko, Z., Kopytko, M., & Kukharska, L. (2020). Innovative development and human capital as determinants of knowledge economy. *Business: Theory and Practice*, 21(1), 252-260. <http://doi.org/10.3846/btp.2020.11305>

- Reilly, T.M., & Jones, R. (2017). Mixed methodology in family business research: Past accomplishments and perspectives for the future. *Journal of Family Business Strategy*, 8(3), 185-195. <http://doi.org/10.1016/j.jfbs.2017.08.003>
- Rogge, K., & Reichardt, K. (2016). Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. *Research Policy*, 45(8), 1620-1635. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.004>
- Ruangpermpool, S., Igel, B., & Siengthai, S. (2020). Trust and dynamic governance mechanisms in the university-industry R&D alliances. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 11(2), 171-192. <http://doi.org/10.1108/JSTPM-02-2019-0018>
- Sarwar-Uddin, M., Aktaruzzaman K., Kamal-Uddin, M., & Solaiman, M. (2015). University-industry collaboration (UIC) for developing highly skilled and productive business graduates in Bangladesh. *International Journal of Management and Business Research*, 5(1), 31-41. http://ijmbr.srbiau.ac.ir/article_5689.html
- Sayarar, I., Knutsdotter, E., Harrod, T., Cranfield, B., & Sherwin, S. (2019). Crafting a future of knowledge. *Futures*, 114, 102-443. <http://doi.org/10.1016/j.futures.2019.102443>
- Secundo, G., Ndou, V., Vecchio, P., & De Pascale, G. (2020). Sustainable development, intellectual capital and technology policies: A structured literature review and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 153, 119-917. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119917>
- Suomi, K., Kuoppakangas, P., Stenvall, J., Pekkola, E., & Kivistö, J. (2019). Revisiting “the shotgun wedding of industry and academia”—empirical evidence from Finland. *International Review on Public and Nonprofit Marketing*, 16(1), 81-102. <http://doi.org/10.1007/s12208-019-00220-8>
- Uyarra, E., Flanagan, K., Magro, E., Wilson, J., & Sotarauta, M. (2017). Understanding regional innovation policy dynamics: Actors, agency and learning. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 35(4), 559-568. <http://doi.org/10.1177/2399654417705914>
- Van-Aswegen, M., & Retief, F. (2020). The role of innovation and knowledge networks as a policy mechanism towards more resilient peripheral regions. *Land Use Policy*, 90, 104-259. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104259>
- Walwyn, D., & Naidoo, S. (2020). Policy mixes and overcoming challenges to innovation in developing countries: Insights from a mixed methods study of South Africa’s manufacturing sector. *African*

Diego Alonso García-Bonilla, Edgar Guillermo Rodríguez-Guevara, Diana Lorena Pineda-Ospina
Journal of Science, Technology, Innovation and Development, 12(1), 33-46.
<http://doi.org/10.1080/20421338.2019.1610250>

Yigitcanlar, T., Sabatini-Marques, J., da-Costa, E., Kamruzzaman, M., & Ioppolo, G. (2019). Stimulating technological innovation through incentives: Perceptions of Australian and Brazilian firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 403-412.
<http://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.039>

Zhuravlev, P., Poltarykhin, A., Alkhimenko, O., & Kuksova, O. (2018). Human capital and its efficiency in the knowledge economy: The role of continuing education. *Espacios*, 39 (46).
<https://revistaespacios.com/a18v39n46/a18v39n46p34.pdf>