

CAPÍTULO 18

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA

Doi:
10.25100/peu.680.cap18

Autores:
Pedro León Cruz Aguilar
Universidad Santiago de Cali
ORCID: 0000-0003-0744-5566

Gloria Marcela Hernandez
Universidad del Valle
ORCID: 0000-0001-8925-2623

La consolidación de un Sistema de Competitividad, Ciencia Tecnología e Innovación implica la confluencia de diversos factores claves que aseguren la dinamización de la producción, transferencia del conocimiento y fortalezcan procesos de investigación e innovación (CONPES, 2021). Tales factores se presentan como condiciones básicas para la optimización de los sistemas y la maximización de los aportes de éstos al desarrollo económico y social.

Para cuantificar los esfuerzos de los países en materia de impulso a las Actividades de Ciencia Tecnología e Innovación, se han desarrollado estándares para la recopilación de estadísticas sobre los recursos económicos y humanos asignados a los sistemas, que se inscriben en un conjunto de prácticas comunes entre distintos países que permiten la comparación a nivel internacional de indicadores de los países en materia de avances en las ACTI y la I+D.

En Colombia, actualmente, contamos con distintos tipos de mediciones en materia de C&CTI, que se condensan en los Índices de competitividad, de Innovación, ambos ajustados a metodologías estandarizadas a nivel global, que pueden adaptarse a las necesidades de los países, aunque en ocasiones el cálculo de alguno de los indicadores que componen los índices se calcula con insumos diferenciados. Un ejemplo es el componente de transparencia del Índice de Competitividad que a nivel global se calcula con un solo insumo que es el índice de corrupción, mientras que, en Colombia, la transparencia está compuesta por dos insumos centrales: gobierno abierto y eficiencia en los métodos de resolución de conflictos.

También se cuentan con los datos del Observatorio de Ciencia y Tecnología y algunos indicadores de C&CTI de Minciencias, en materia de inversión y capacidades, encontrando que al igual que en el plano internacional, si bien las metodologías aplicadas para los cálculos son estandarizadas, así como sus insumos, los niveles de desagregación de la información son heterogéneos.

Es pertinente aclarar que tales variables no son independientes, ni los indicadores dan cuenta de la evolución particular de cada una de estas, por el

contrario, se imbrican y dependen algunas de las otras. Así, por ejemplo, la CEPAL nos plantea cómo la innovación, como proceso, no es “automático ni espontáneo, las capacidades internas, las instituciones y las políticas de apoyo a la innovación tienen un papel protagónico.”(CEPAL, 2016. pág. 6). Adicionalmente, las mediciones no son estáticas pues dependen de las necesidades que se van identificando en el transcurso de los procesos, es por esto que algunos insumos o incluso algunos indicadores que componen los índices de Competitividad o de Innovación, pueden ser reemplazados como pilar para la medición.

A continuación, se presenta la evolución de indicadores ⁷ que dan cuenta de las variables identificadas durante el desarrollo del proyecto “Un Valle del Conocimiento”, los cuales se retoman, principalmente, de las mediciones elaboradas por los organismos ya mencionados.

Variables relevantes para el Sistema de Ctel

La consolidación de un Sistema de Ciencia Tecnología e Innovación implica la confluencia de diversos factores claves que aseguren la dinamización de la producción, transferencia del conocimiento y fortalezcan procesos de investigación e innovación (CONPES, 2021). Tales factores se presentan como condiciones básicas para la optimización de los sistemas y la maximización de los aportes de éstos al desarrollo económico y social.

Para cuantificar los esfuerzos de los países en materia de impulso a las Actividades de Ciencia Tecnología e Innovación, se han desarrollado estándares para la recopilación de estadísticas sobre los recursos económicos y humanos asignados a los sistemas, que se inscriben en un conjunto de prácticas

comunes entre distintos países que permiten la comparación a nivel internacional de indicadores de los países en materia de avances en las ACTI y la I+D.

En Colombia, actualmente, contamos con distintos tipos de mediciones en materia de C&CTI, que se condensan en los Índices de competitividad, de Innovación, ambos ajustados a metodologías estandarizadas a nivel global, que pueden adaptarse a las necesidades de los países, aunque en ocasiones el cálculo de alguno de los indicadores que componen los índices se calcula con insumos diferenciados. Un ejemplo es el componente de transparencia del Índice de Competitividad que a nivel global se calcula con un solo insumo que es el índice de corrupción, mientras que, en Colombia, la transparencia está compuesta por dos insumos centrales: gobierno abierto y eficiencia en los métodos de resolución de conflictos.

También se cuentan con los datos del Observatorio de Ciencia y Tecnología y algunos indicadores de C&CTI de Minciencias, en materia de inversión y capacidades, encontrando que al igual que en el plano internacional, si bien las metodologías aplicadas para los cálculos son estandarizadas, así como sus insumos, los niveles de desagregación de la información son heterogéneos.

Es pertinente aclarar que tales variables no son independientes, ni los indicadores dan cuenta de la evolución particular de cada una de estas, por el contrario, se imbrican y dependen algunas de las otras. Así, por ejemplo, la CEPAL nos plantea cómo la innovación, como proceso, no es “automático ni espontáneo, las capacidades internas, las instituciones y las políticas de apoyo a la innovación tienen un papel protagónico.”(CEPAL, 2016. pág. 6). Adicionalmente, las mediciones no son estáticas pues dependen de las necesidades que se van identificando en el transcurso de los procesos, es por esto que algunos insumos o incluso algunos indicadores que componen los índices de Competitividad o de Innovación, pueden ser reemplazados como pilar para la medición.

⁷ El índice de competitividad y sus pilares e insumos se expresan de 0 a 10 y el puesto en el ranking varían en los años: 2016 26 puestos y en 2018 33 puestos. El índice de innovación se encuentra calculado entre 0 y 100 y el ranking contiene 31, a nivel nacional.

A continuación, se presenta la evolución de indicadores⁸ que dan cuenta de las variables identificadas durante el desarrollo del proyecto “Un Valle del Conocimiento”, los cuales se retoman, principalmente, de las mediciones elaboradas por los organismos ya mencionados.

Formación de capital humano

Por capital humano se aborda la formación del talento humano para la ciencia y la tecnología en los diferentes niveles educativos y áreas del conocimiento con el propósito de lograr un conjunto de personas fundamentales en el “desarrollo de la economía y el bienestar de un país, ya sea porque directamente generan innovaciones o porque contribuyen al desarrollo y difusión del conocimiento que beneficia la presente y futuras generaciones”. (Acosta y Méndez, 2021, p. 42).

Este indicador se puede medir por dos tipos de personal; por aquellos que ingresan al sector de C&CTI por la ruta académica y los que ingresan por la ruta ocupacional. En nuestro caso, nos focalizaremos en los primeros con dos indicadores: los graduados en las instituciones de educación superior y los graduados en doctorado por área de conocimiento OCDE.

Tabla 27. Graduados en las instituciones de superior del Valle del Cauca. 2015-2019

Niveles de Formación	2015	2016	2017	2018	2019
Doctorado	58	70	72	69	98
Maestría	1.364	1.671	1.949	2.502	2.169
Especialización	2.733	3.039	3.112	3.652	
Universitaria	11.882	13.586	13.766	16.383	16.802
Tecnológica	9.376	10.687	11.948	11.946	

Fuente: elaborado por los autores con base en los datos del Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología

⁸ El índice de competitividad y sus pilares e insumos se expresan de 0 a 10 y el puesto en el ranking varían en los años: 2016 26 puestos y en 2018 33 puestos. El índice de innovación se encuentra calculado entre 0 y 100 y el ranking contiene 31, a nivel nacional.

Los graduados en los diferentes niveles formación de la educación superior en el Valle del Cauca entre el 2015-2019 se han incrementado de manera sostenida: los graduados en doctorado durante este periodo en un 41%, los graduados en maestría en el 37%, aunque hay que reseñar que entre el 2018-2019, estos disminuyeron en un 15%, los graduados en especializaciones durante el periodo 2015 – 2018, se incrementaron en un 25% y los graduados en tecnológica en un 22%.

Tabla 28. Graduados en doctorado en el Valle del Cauca por Área de Conocimiento OCDE. 2014-2018

Área de formación OCDE	2014	2015	2016	2017	2018
Ciencias agrícolas	15	11	13	13	9
Ciencias médicas y de la salud	5	6	10	6	6
Ciencias Naturales	14	20	15	17	17
Ciencias Sociales	5	4	11	11	14
Humanidades					1
Ingeniería y tecnología	20	17	20	25	22
Total	59	58	69	72	69

Fuente: elaborado por los autores con base en los datos del Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología.

Durante el periodo comprendido entre el 2014 – 2018, las instituciones de educación superior graduaron 327 doctores, de los cuales el 19% fueron en ciencias agrícolas, el 10% en ciencias médicas y de la salud, el 25% en ciencias naturales, el 14% en ciencias sociales y el 32% en ingeniería y tecnología.

Apropiación social del conocimiento

De acuerdo con la Estrategia nacional de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación, la apropiación social del conocimiento se define como “el proceso de comprensión e intervención de las relaciones entre tecnociencia y sociedad, construido a partir de la participación de los diversos grupos sociales que generan conocimiento” (Colciencias, 2010, pág. 22). Y cuenta con las siguientes características:

a) es organizado e intencionado; b) está constituido por una red sociotécnica en la que participan grupos sociales expertos en ciencia y tecnología, y los distintos sectores que intervienen en la constitución de estos procesos generan mediaciones; c) Posibilita el empoderamiento de la sociedad civil a partir del conocimiento; y d) implica –inclusive en las relaciones más asimétricas–, traducción y ensamblaje dentro de los marcos de referencia de los grupos participantes. Apropiación no es enajenación. (Colciencias, 2010, pág. 22).

Para identificar la evolución en materia de apropiación social del conocimiento, tomaremos como referente el componente de producción de conocimiento y tecnología que hace parte del índice de innovación, calculado a nivel mundial por Global Index y el nacional por el DNP. A nivel internacional, Colombia ocupa la posición No. 72 en materia de Producción de conocimiento y tecnología, componente que se mide tomando en cuenta la creación, el impacto y la difusión del conocimiento, como se muestra a continuación⁹ (ver tabla 29).

Actualmente, el componente de Producción de ciencia y tecnología que se tiene en cuenta para el cálculo del Índice de Innovación Global, para Colombia es de 17,9 presentando un descenso sostenido desde 2015; en contraste, se sube de puesto en el ranking del índice por países.

Este mismo componente del índice, para el caso del Valle del Cauca en 2020, se sostiene en el quinto puesto a nivel nacional y aumenta seis puntos con respecto al 2015.

Capital social

Para efectos del presente, el Capital Social se entenderá como las normas, instituciones y organizaciones que promueven: la confianza, la ayuda recíproca y la cooperación. La idea de capital social propone que las interacciones que se sostienen en la confianza, reciprocidad y cooperación se orientan a la consecución de los siguientes beneficios:

- Reducir los costos de transacción
- Producir bienes públicos, y

Tabla 29. Producción de conocimiento y tecnología para Colombia 2015-2020

	2015		2017		2018		2019		2020	
	Índice (0 a 100)	Posición (entre 131)	Índice (0 a 100)	Posición (entre 131)	Índice (0 a 100)	Posición (entre 131)	Índice (0 a 100)	Posición (entre 131)	Índice (0 a 100)	Posición (entre 131)
Producción de conocimiento y tecnología	23,7	86	19,1	18	20,9	68	19,5	76	17,9	72
Creación de conocimientos	6,4	93	6,5	78	7,7	7,8	8,6	75	9,4	78
Impacto del conocimiento	39,7	57	30,4	69	37,7	58	37,5	60	27,8	50
Difusión del conocimiento	25,1	87	20,3	75	17,1	78	12,5	90	16,5	88

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii#reports>

⁹ La apropiación social del conocimiento contempla, de acuerdo con la estrategia, cuatro líneas: *Participación ciudadana* en la formulación de las políticas públicas en materia de ciencia, tecnología e innovación, *comunicación Ciencia, Tecnología y Sociedad*, para “generación de proyectos que faciliten el acceso público a los contextos, procesos y métodos de producción científica y tecnológica, no solamente a sus productos finales (Colciencias, 2010, pág. 31)”. *Intercambio y Transferencia del conocimiento* con la cual se busca “promover procesos de generación y uso del conocimiento más democráticos” por parte de las comunidades objeto de los proyectos relacionados con la ciencia, la tecnología y la investigación (Ibid.). Y la *Gestión del conocimiento para la apropiación y Transferencia e intercambio del conocimiento* con la cual se busca propiciar escenarios o mecanismos entre los distintos agentes del sistema de ciencia, tecnología e innovación y de estos con las comunidades beneficiarias de los desarrollos en estas áreas.

Tabla 30. Producción de conocimiento y tecnología para Valle del Cauca 2015-2020

	2015		2017		2018		2019		2020	
	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición
Producción de conocimiento y tecnología	35,89	5	31,83	7	36,75	7	38,26	7	42,80	5
Creación de conocimientos	44,23	3	31,17	7	46,31	5	35,79	9	47,24	4
Impacto del conocimiento	12,48	6	38,27	8	36,6	11	40,45	5	30,87	7
Difusión del conocimiento	31,76	4	26,06	8	27,33	8	38,55	6	50,30	5

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Competitividad/Paginas/Indice-Departamental-de-Innovacion-para-Colombia.aspx>

- Facilitar la constitución de organizaciones de gestión de base efectivas, de actores sociales y de sociedades civiles saludables (Durstón, 2000. pág. 7).

La medición del capital social implica el análisis de diferentes variables relacionadas con las instituciones por cuenta de la necesidad de un entorno

regulatorio y de un ambiente de negocios que faciliten la interacción entre los agentes, no obstante, tomaremos como referencia el componente de sofisticación de los negocios del Índice de innovación, dada su relación con las líneas estratégicas mencionadas en la Estrategia nacional de apropiación social del conocimiento.

Tabla 31. Evolución de la sofisticación en los negocios para Colombia 2015-2020

	2015		2017		2018		2019		2020	
	Índice)	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice)	Posición
Sofisticación de los negocios	35.8	63	32.9	64	32.4	56	32.6	58	29.8	33
Trabajadores de conocimiento	42.4	53	43.0	48	45.9	42	16.7	86	46.0	33
Enlaces de innovación	22.1	116	20.5	103	20.6	103	17.7	109	15.5	108
Absorción del conocimiento	42.8	31	35.3	52	30.8	61	33.1	64	27.8	68

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii#reports>

Tabla 32. Evolución de la sofisticación en los negocios para Valle del Cauca 2015-2020

	2015		2017		2018		2019		2020	
	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición
Sofisticación de los negocios	31,18	7	32,96	7	45,34	5	37,77	6	47,28	4
Trabajadores de conocimiento	49,13	4	48,50	4	62,28	4	40,27	6	34,87	6
Enlaces de Innovación	37,08	14	32,20	13	46,07	5	47,49	7	60,87	2
Absorción del conocimiento	16,21	6	17,18	7	27,67	15	25,55	13	46,11	2

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de: <https://formacionycapacidadesctei2020.ocyt.org.co/>

La evolución de este componente del Índice de innovación para Colombia ha descendido con respecto a 2015, aunque asciende en el ranking y se ubica en el puesto 33 a nivel mundial.

En el caso del Valle del Cauca, el departamento ha presentado un aumento sostenido en el periodo de tiempo seleccionado, pasando de 31.18 a 47.28 en este componente del Índice de innovación.

Propiedad intelectual

Se relaciona, directamente, con la titularidad de una patente, marca o derecho de autor, para gozar de los beneficios que derivan de su obra o de la inversión realizada en relación con una creación (OMPI, 2022).

Actualmente, en Colombia, los indicadores relacionados con la propiedad intelectual incluyen también los modelos de utilidad¹⁰, sin embargo, los niveles de desagregación de los datos y la periodicidad de la medición de esta variable no permiten establecer un comparativo de la evolución departamental versus la nacional. Por lo tanto, se tomará como referente la cantidad de patentes concedidas en ambos niveles territoriales. Además, un indicador directamente relacionado con la propiedad intelectual, que es el de diseños industriales, se toma como insumo para la medición de la producción de conocimiento científico, como se verá en la tabla No. 7.

De acuerdo con los datos consultados, a nivel nacional, la cantidad de patentes concedidas por la Superintendencia de Industria y Comercio -SIC- pasa de 244 a 254 en un periodo de cinco años, mientras que las patentes que se conceden por el Sistema internacional de patentes TCP, descienden en, aproximadamente, ochocientos registros.

Tabla 33. Evolución de indicadores de propiedad intelectual para Colombia 2013-2018

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Patentes concedidas por SIC	244	175	141	137	210	254
Patentes concedidas vía TCP	1924	1199	1029	803	1012	1065

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://formacionycapacidadesctei2020.ocyt.org.co/>

A nivel departamental, el aumento de las patentes concedidas por la Superintendencia ascendió de nueve registros en 2016 a veintinueve en el 2019.

Tabla 34. Evolución de indicadores de propiedad intelectual para Valle del Cauca 2016-2019

	2016	2017	2018	2019
Patentes concedidas por SIC	9	11	26	29

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://formacionycapacidadesctei2020.ocyt.org.co/>

Generación del conocimiento científico

En cuanto a la generación del conocimiento científico, se alude, principalmente, al proceso investigativo en las ciencias básicas que puede ser entendido en una doble vertiente, como proceso en cuanto a acción y como producto por el conocimiento construido (Marín González et al., 2008, pág.160).

De acuerdo con el Índice departamental de competitividad, el componente de investigación para el Valle del Cauca, para 2020, si bien presenta una disminución en el indicador, el insumo correspondiente a revistas indexadas en Publindex presenta un aumento importante en cuanto al puntaje que aumenta de 1.61 a 3.78, ubicando al departamento en el sexto puesto a nivel nacional.

Formas de investigación

De acuerdo con el manual Frascati, en su actualización a 2015, se sugiere agrupar los datos en materia de investigación en tres categorías: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

¹⁰ La patente de modelo de utilidad es un privilegio que le otorga el Estado al inventor como reconocimiento de la inversión y esfuerzos realizados, a aquellas invenciones que consisten en una nueva forma, configuración o disposición de elementos de un artefacto, herramienta, instrumento, mecanismo u otro objeto o parte.(Superintendencia de Industria y Comercio, 2022).

Tabla 35. Producción conocimiento científico según el Índice de competitividad para el Valle del Cauca

Componente	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición
Investigación	3,06	6	3,14	7	3,50	7	5,30	3	4,21	9	4,21	9
Investigación de alta calidad	4,50	4	4,24	6	4,24	6	4,93	5	3,98	10	3,98	10
Revistas indexadas en Pubindex	1,61	9	2,04	9	2,77	9	1,99	8	3,78	6	3,78	6
Investigadores per cápita	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4,87	11	4,87	11
Registros de propiedad industrial	4,98	6	4,73	3	2,38	5	2,15	6	4,06	8	4,06	8

Fuente: elaborado por los autores con datos obtenidos de <https://compite.com.co/>

La primera busca obtener nuevos conocimientos en áreas específicas de investigación y sin intención de atribuir un ámbito de aplicabilidad definido; la segunda busca identificar posibles usos específicos de la investigación básica; en general está orientada a objetivos prácticos. En el caso del desarrollo experimental, este refiere al aprovechamiento del conocimiento producido por la investigación básica y experimental, para la producción de nuevos productos, materiales o dispositivos, así como servicios, procesos o “mejora sustancial de los ya existentes” (Minciencias, s. f.).

Sin embargo, los datos en relación con los distintos tipos de investigación, no se encuentran agrupados en las tres categorías mencionadas, sino por los tipos de grupos de investigación y el tipo de institución que avala a los mismos, como se relaciona a continuación (ver tabla 36).

Como se observa, las instituciones que más concentran grupos de investigación son las IES públicas y privadas, en las cuales se observa el aumento progresivo de la cantidad de grupos reconocidos, mientras que los centros de investigación y las empresas disminuyen en el mismo periodo.

De acuerdo con Minciencias, el 49% de grupos de investigación reconocidos a 2019 generaron

Tabla 36. Grupos de investigación activos según tipo de institución avaladora Colombia 2013-2018

Tipo de institución	2013	2014	2015	2016	2017	2018
IES Públicas	1,324	1,417	1532	1616	1636	1641
IES Privadas	889	999	1134	1223	1247	1267
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	96	102	105	106	110	96
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	40	40	41	41	35	30
Hospitales y clínicas	111	114	123	125	117	117
Empresas	29	32	35	33	27	25
Entidades gubernamentales	32	54	79	105	116	121

Fuente: elaborado por los autores con datos obtenidos del informe de indicadores de ciencia y tecnología 2019.

nuevo conocimiento, presentando una disminución de dos grupos frente a 2018. De manera similar, la formación de recurso humano y la apropiación social disminuye la cantidad de grupos reconocidos. Sólo se observa un aumento en los grupos de investigación relacionados con el desarrollo tecnológico y la investigación.

Tabla 37. Porcentaje sobre el total de producción científica para Colombia 2014 -2019

Tipo de investigación	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nuevo conocimiento	48	48	ND	51	ND	49
Desarrollo tecnológico e innovación	2	2	ND	4	ND	4
Apropiación social del conocimiento	24	23	ND	21	ND	22
Formación del recurso humano	27	27	ND	24	ND	25

Fuente: elaborado por los autores con datos obtenidos de: <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos>

Ahora bien, en relación con la situación a nivel departamental tenemos que, la investigación para formación de recurso humano disminuye, la de apropiación social del conocimiento mantiene la misma participación en la producción científica en 2014 y 2019. Y la producción de nuevo conocimiento, en 2019, disminuye frente a 2017.

Consolidación de infraestructura de investigación e innovación

Para facilitar la interacción entre actores, la infraestructura económica e institucional de los países deben facilitar el desarrollo de Sistemas Nacionales de Innovación, en el cual confluyen los distintos agentes interesados o relacionados con los procesos de

Tabla 38. Porcentaje sobre el total de producción científica para el Valle del Cauca 2014 -2019

Tipo de investigación	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nuevo conocimiento	47	49	ND	53	ND	51
Desarrollo tecnológico e innovación	1	1	ND	2	ND	2
Apropiación social del conocimiento	21	19	ND	17	ND	21
Formación del recurso humano	31	30	ND	27	ND	26

Fuente: elaborado por los autores con datos obtenidos de: <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos>

tecnología e innovación, esto implica la creación de condiciones estructurales básicas que dinamicen y fortalezcan los desarrollos del sistema (CEPAL, s. f.). Tales condiciones en materia de innovación constituyen el pilar de instituciones del Índice de innovación y se mide a nivel nacional y departamental. Para el caso de Colombia, encontramos que en el periodo comprendido entre 2015 y 2020 hay aumento de más de diez puntos en este pilar.

A nivel nacional, el departamento del Valle del Cauca, actualmente, se posiciona en el puesto 3 en materia del pilar de instituciones del Índice de innovación con 72.61, presentando un aumento de trece puntos en el indicador.

Tabla 39. Evolución del componente de Instituciones del Índice Global de Innovación para Colombia 2015-2020

Componentes	2015		2017		2018		2019		2020	
	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición
Instituciones	58.2	77	58.5	69	62.7	61	64.0	61	65.1	57
Entorno político	37.7	107	39.7	98	44.6	82	50.4	82	53.0	81
Entorno regulatorio	64.9	76	62.4	68	65.8	66	65.4	66	63.0	73
Ambiente de negocios	71.9	58	73.4	57	77.37	39	76.4	41	79.2	36

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii#reports>

Tabla 40. Evolución del componente de Instituciones del Índice Global de Innovación del Valle del Cauca 2015 – 2020

	2015		2017		2018		2019		2020	
	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición
Instituciones	59,6	18	70,14	8	70,52	5	70,49	7	72,61	3
Entorno político	69,4	13	77,09	13	74,91	12	77,40	14	64,08	3
Entorno regulatorio	57,2	10	64,11	6	67,4	2	64,84	5	69,67	3
Ambiente de negocios	40,2	22	69,23	14	69,23	15	69,23	15	69,23	15

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Competitividad/Paginas/Indice-Departamental-de-Innovacion-para-Colombia.aspx>

Esfuerzos económicos para C&CTI e I+D

Aunada a la institucionalidad requerida para la consolidación de estos sistemas, la disposición de recursos para las actividades de C&CTI e I+D es necesaria. De acuerdo con los datos del Observatorio de Ciencia y Tecnología, Colombia ha sostenido el aproximado a 0,80% del PIB para inversión en C&CTI, mientras que ha disminuido de 0,37% en 2015 a 0,29% en 2020. En cuanto a la financiación de C&CTI, ha aumentado de 38.96% en 2015 a 0,29% en el 2020.

Tabla 41. Inversión y Financiación en C&CTI Colombia 2015 – 2020

Variables	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación	0,80	0,70	0,69	0,85	0,87	0,84
Inversión de I+D como porcentaje del PIB	0,37	0,27	0,26	0,31	0,32	0,29
Financiación en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación	38.96	39.95	42.22	37.43	48.95	50.40
Financiación de I+D como porcentaje del PIB	24,02	29,80	34,17	23,98	21,57	22,03

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://tableroscstei2020.ocyt.org.co/>

La medición a nivel departamental de los recursos comprometidos para las actividades propias del sistema de ciencia tecnología e innovación, es realizada a través de la ejecución del presupuesto. De esta manera, tenemos que, mientras la ejecución en actividades de I+D ha aumentado de 213.399 a 220.774 mil millones de pesos, los recursos para la innovación han disminuido de 140 a 103 mil millones de pesos.

Tabla 42. Ejecución en ACTI e I+D Valle del Cauca 2015 – 2020

Componente	2015	2016	2017	2018	2019
Ejecución I+D	213.399	209.350	194.708	218.167	220.744
Ejecución Innovación	140.366	130.210	102.840	99.303	103.900

Fuente: elaboración de los autores con información obtenida de: <https://tableroscstei2020.ocyt.org.co/>

Impulso a sectores del conocimiento

Refiere al nivel de formación de trabajadores, en relación con las ocupaciones y los sectores económicos (Universitat Politècnica de Catalunya, 2011). Su medición, toma como referencia los niveles de cualificación de las ocupaciones a través de un análisis clúster jerárquico (bid.)

Sobre los niveles de formación a nivel nacional, tenemos que la mayor participación en la cantidad de egresados a 2019, es de pregrado universitario,

mostrando una tendencia al ascenso constante desde 2014. A nivel de formación de posgrados, las especializaciones, es el nivel de formación que más egresados reporta.

En relación con la evolución de esta variable, se toma como referencia los componentes de cobertura, calidad y educación para el trabajo, del Índice de Competitividad Departamental.

Tabla 43. Graduados en Instituciones de Educación Superior (IES) colombianas

Nivel de formación	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Técnica profesional	12.750	17.030	15.575	22.603	20.562	21.066
Tecnológica	102.46	102.185	122.100	133.933	133.573	142.268
Pregrado universitario	167.897	178.379	194.823	208.917	226.508	234.815
Especialización	63.992	62.076	67.667	70.793	71.648	73.788
Maestría	12.074	14.602	20.402	23.351	28.928	24.846
Doctorado	408	466	615	770	803	961

Fuente: elaboración propia a partir del informe de indicadores de Ciencia y Tecnología Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

Tabla 44. Evolución componentes Educación Superior y Formación para el Trabajo del IDC 2015 - 2019

Indicador	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Puntaje (0 - 10)	Posición (entre 33)	Puntaje (0 - 10)	Posición (entre 33)	Puntaje (0 - 10)	Posición (entre 33)	Puntaje (0 - 10)	Posición (entre 33)	Puntaje (0 - 10)	Posición (entre 33)	Puntaje (0 - 10)	Posición (entre 33)
Cobertura en educación superior	4,57	7	3,77	12	4,3	10	4,08	12	3,36	10	3,99	9
Calidad educación superior	7,56	3	6,88	4	7,83	3	7,63	3	6,50	5	6,8	5
Educación para el trabajo y el desarrollo humano	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6,86	4	8,27	4

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://compite.com.co/>

Capacidad científica

De acuerdo con los indicadores propuestos por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, las capacidades en materia de C&CTI se mide tomando como referencia el número de actores, grupos, investigadores, proyectos de I+D+i y becas, y que son financiadas por el Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Crecimiento económico

La senda de crecimiento económico para Colombia entre 2014 y 2019 reportó la variación más alta, precisamente, en el 2014: 4.5% y la más baja en 2017 de 1.4%. El impacto de la crisis sanitaria por la pandemia del COVID-19 causó una disminución del PIB en 6.8% para 2020, mostrando una leve mejoría para el 2021 ya que se reportó una tasa de crecimiento económico de 4.3%

Tabla 45. Capacidades en C&CTI Valle del Cauca 2014-2019

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Actores	10	10	10	10	10	10
Grupos	342	384	ND	413	ND	450
Investigadores	806	936	ND	1132	ND	1.316
Proyectos de I+D+i	39	30	26	6	28	23
Becas	190	160	115	144	129	213

Fuente: elaboración de los autores con información obtenida de: <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/comparativo-departamental-indicadores-cte-cifras>

Tabla 46. Evolución PIB Colombia 2014-2019

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PIB Colombia	381,112	293,48	282,825	311,884	334,198	323,43

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://datos.bancomundial.org/pais/colombia>

Entre los años de 2015 a 2020, la economía del departamento creció, en términos reales, a tasas anuales de 2.2%; como consecuencia del choque de oferta y demanda ocasionados por la pandemia del COVID-19, el PIB real del Valle del Cauca se contrajo en 4.35% entre 2019 y 2020¹¹.

Tabla 47. Evolución PIB Valle del Cauca 2015-2020

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PIB Valle del Cauca	78.074	85.102	89.766	95.894	103.097	100.169

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>

Habilidades para la gobernanza

Una condición para la gobernanza es que los gobiernos ofrezcan condiciones para la dinamización de la gobernanza en lo relacionado con la C&CTI, debe apuntar a coordinar esfuerzos para el manejo de los recursos y la distribución de cargas de trabajo en materia de gestión pública (FEMP & Red de Entidades Locales por la Transparencia y la Participación Ciudadana, s. f.). Y para estos propósitos, estrategias como la de gobierno abierto y de resolución de conflictos, implican un cambio en el modelo de participación de los actores más tendiente a la cooperación (Ibid), ambas condiciones se presentan como insumos para la calificación del pilar de transparencia del Índice de competitividad. En este sentido, tenemos que, para el caso del Valle del Cauca, el indicador de transparencia entre 2015 y 2019 en promedio puntuaba en 4,98; en 2020 el puntaje casi que se duplicó ubicando al departamento en la primera posición en cuanto a transparencia.

Tabla 48. Puntaje componente transparencia del Índice de Competitividad Departamental Valle del Cauca 2015-2020

Componente	2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición	Puntaje	Posición
Transparencia	4,62	13	4,70	20	4,98	13	5,91	7	4,70	20	8,00	1
Índice de Gobierno Abierto	4,62	13	4,67	17	5,28	13	5,38	13	4,67	17	8,05	2
Eficiencia de los métodos de resolución de conflictos	2,5	11	5,20	16	6,3	10	4,45	18	4,79	25	5,84	25

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de <https://compite.com.co/>

¹¹ Cifras consultadas en la Cuentas Económicas Departamentales del Valle del Cauca para 2021.

Confianza y Cooperación

La confianza se presenta como condición necesaria para el establecimiento de interacciones entre distintos agentes de las sociedades. Es sobre esta creencia relacionada con el cumplimiento de acuerdos, de las normas y de no abusar de las personas, que sí las respetan (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022). De lo anterior se sigue que la cooperación entre distintos actores de un sistema está mediada por los niveles de confianza en estos.

Entendido de esta manera, encontramos que, en relación con la medición de la confianza, esta se orienta principalmente a cuatro agentes centrales de los sistemas políticos: el gobierno, las empresas, las ONG y los medios de comunicación y, adicionalmente, esta percepción de fiabilidad varía dependiendo del nivel de información con la que cuentan los agentes o individuos (Edelman, 2020).

De acuerdo con el Edelman Trust Barometer, los índices de confianza para Colombia, los índices de confianza más bajos, por parte del público informado refieren a medios de comunicación y gobierno. Aunque, en ambos casos, se mantiene un ligero aumento en el índice para el 2020 con respecto a 2017. Mientras que los niveles más altos se encuentran en las empresas y las ONG.

Tabla 49. Índice de confianza Global para Colombia 2017-2020

Agente		2017	2018	2019	2020
Gobierno	Público informado	32	26	43	39
	Público general	32	24	37	33
Empresas	Público informado	72	73	73	78
	Público general	64	64	65	66
ONG	Público informado	67	56	62	73
	Público general	60	58	62	65
Medios de comunicación	Público informado	49	44	47	58
	Público general	45	43	44	48

Fuente: elaboración propia con información obtenida de:
<https://www.edelman.lat/research/trust-colombia>

Tabla 50. Empresas que se relacionaron o cooperaron con otros actores del SNCTI según encuesta de Desarrollo tecnológico

	Manufactura	Servicios
EDIT VIII 2015-2016	2344	ND
EDIT IX 2017-2018	2231	ND
EDIT VI 2011- 2012	2641	ND
EDIT VII 2013- 2014	2074	ND
EDITS IV 2012-2013	ND	1693
EDITS V 2014-2015	ND	2631
EDITS VI 2016-2017	ND	2344
EDITS VII 2018-2019	ND	3171

Fuente: elaboración propia con información obtenida de:
<https://tablerosctei2020.ocyt.org.co/>

Sostenibilidad Ambiental

La sostenibilidad ambiental, en relación con los ODS, apunta a la disminución de los daños al ambiente y a destacar la importancia de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos para el bienestar de las sociedades, buscando generar oportunidades económicas de resiliencia social y ecosistémica (CEPAL, 2016).

A nivel nacional, el pilar de sostenibilidad ambiental del índice de Innovación ha disminuido tanto en el puntaje como en el ranking de 2015 a 2020, siendo el 2017 el año con el puntaje más alto de este indicador con la mejor posición a nivel global.

Inclusión social

La inclusión alude a la titularidad efectiva de ciudadanía política, civil y social, lo que implica la participación en deliberaciones, el acceso a activos, la afirmación de identidad y la posibilidad de contar con redes que ayuden a desarrollar el proyecto de vida (Hopenayn, 2008).

Tabla 51. Puntaje sostenibilidad ambiental del Índice de Innovación Global Colombia 2015-2020

	2015		2017		2018		2019		2020	
	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición
Sostenibilidad ambiental	56.1	14	62.4	13	57.5	11	53.8	13	45.5	29
Eficiencia en el uso de la energía	15.6	2	17.5	4	18.2	8	15.6	10	16.4	10
Desempeño ambiental	50.8	76	75.9	55	65.2	2	65.2	38	52.9	48
Empresas con certificación ambiental (por cada 100 mil)	4.6	23	4.2	23	4.3	24	4.2	27	3.8	27

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii#reports>

Tabla 52. Puntaje sostenibilidad ambiental del Índice de Innovación Departamental Valle del Cauca 2015-2020

	2015		2017		2018		2019		2020	
	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición	Índice	Posición
Sostenibilidad ambiental	27.9	23	30.64	17	28.12	20	30.72	16	30.28	17
Eficiencia en el uso de la energía	14.3	9	12.93	17	12.79	20	22.38	21	23.89	20
Desempeño ambiental	41.9	23	55.71	8	58.32	10	59.72	6	57.99	8
Empresas con certificación ambiental (por cada 100 mil)	3.9	20	10.53	17	13.26	18	10.05	18	8.95	21

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii#reports>

Tabla 53. No. de niños, niñas y jóvenes indígenas en el programa ONDAS Colombia 2016-2019

	2016	2017	2018	2019
No. de niños, niñas y jóvenes indígenas en el Programa Ondas	12224	4157	2063	1

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://tablerosctei2020.ocyt.org.co/>

Tabla 54. No. de niños, niñas y jóvenes indígenas en el programa ONDAS Valle 2016-2019

	2016	2017	2018	2019
No. De niños, niñas y jóvenes indígenas en el Programa Ondas	31	ND	334	ND

Fuente: elaboración propia con información obtenida de: <https://tablerosctei2020.ocyt.org.co/>

Clase emprendedora

De acuerdo con Tarapuez Chamorro & Botero Villa (2007) tradicionalmente se entiende como capacidad emprendedora las iniciativas de negocios o empresas lucrativas; los emprendedores son tomados como agentes centrales en la producción de los bienes y servicios para responder a demandas de otros agentes económicos "generando una dinámica que permite definir qué proporción de los ingresos concebidos le corresponde a cada cual, de acuerdo con la labor que realiza" (Pág. 42).

De acuerdo con CORFECÁMARAS entre 2019 y 2021, se crearon nuevas empresas (entre personas naturales y sociedades) en el país.

Tabla 55. Creación de unidades productivas

2018	2019	2020	2021
303.027	309.463	278.302	307.679

Fuente: elaboración propia con información obtenida de:
<https://www.confecamaras.org.co/analisis-economico>

Desarrollo Territorial

El desarrollo territorial se entiende como un proceso de construcción social del entorno, impulsado por la interacción entre las características geofísicas, las iniciativas individuales y colectivas de distintos actores y la operación de las fuerzas económicas,

tecnológicas, sociopolíticas, culturales y ambientales en el territorio (CEPAL, 2022). De manera específica, el desarrollo territorial está mediado por la definición de objetivos y acciones estratégicas orientados a la articulación eficiente de las visiones de desarrollo de los gobiernos y la sociedad civil y la disposición de los recursos para la prestación de bienes y servicios públicos que deberán apuntar a la mejora de calidad de vida de las personas (DNP, s. f.). Tales objetivos y acciones se expresan en los Planes de Desarrollo y es en estos (entre otros instrumentos técnicos) donde se ven reflejada la articulación de agendas de distintos sectores de la sociedad civil, la articulación a los ODS y la planeación de las ciudades inteligentes.

Tabla 56. Incorporación de lineamientos en materia de C&CTI en Planes de Desarrollo

	Articulación con ODS	Enfoques	Propuestas de atención a la Pandemia	Articulación con misión de sabios
Valle del Cauca* "Valle invencible" 2020 – 2023	Equidad y lucha contra la Pobreza Valle Productivo y Competitivo Paz Territorial	De género Diferencial Étnico Territorial	Mitigación de efectos Reactivación económica	No se menciona
Colombia** "Pacto por Colombia, pacto por la Equidad" 2018 – 2022	Pactos Transversales Pactos regionales	Diferencial Territorial Intercultural Étnico Género	No se menciona	No se menciona

Fuente: Informe del Observatorio de Ciencia y Tecnología 2020**
 Elaboración propia con información obtenida del Plan Nacional de Desarrollo.

Movilidad de los investigadores

En relación con la movilidad estudiantil, esta se presenta como pilar fundamental para el proceso de internacionalización de la educación, que responde a factores como la apertura económica y diplomática y en este contexto busca la visibilización nacional e internacional de instituciones y programas académicos, trayendo consigo intercambio de experiencias culturales y académicas (Gómez Otero et al., 2019).

En relación con la movilidad a nivel nacional, de acuerdo con las estadísticas del Minciencias, en lo relativo a las becas y créditos condonables para estudios de posgrado en el exterior, sólo hasta 2017 se identificaron registros de estancias posdoctorales y mientras existe un aumento en la demanda de recur-

sos para la realización de estudios de maestría en el extranjero, los estudios de doctorado descienden de 1408 créditos en 2014 a 953 en 2019.

Tabla 57. Becas, créditos para maestría y doctorado Colombia 2014-2019

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Crédito maestría	1760	1517	1308	1340	1516	1927
Crédito doctorado	1408	983	511	590	227	953
Estancia posdoctoral	ND	ND	ND	148	179	201

Fuente: elaboración propia con información tomada de:
<https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/creditos-educativos-condonables>

A nivel departamental, aumentó la cifra de créditos otorgados para maestría, a más de dos mil registros, mientras que se observa una disminución en los créditos para doctorado de 1577 en 2015 a 1044 en 2019. Los registros de estancias posdoctorales aumentan sólo en siete registros entre 2017 y 2020.

En cuanto a la distribución por áreas de conocimiento de la OCDE de estos créditos otorgados, se tiene que las Ciencias sociales son las que más participación tienen en la distribución total de las becas otorgadas mientras que, las ciencias agrícolas y las ciencias médicas, son las que menos becarios registran.

Tabla 58. Becas, créditos para maestría y doctorado Valle del Cauca 2014-2019

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Crédito maestría	1242	5193	4661	4401	3236	3415
Crédito doctorado	1577	1088	829	803	512	1044
Estancia posdoctoral	ND	ND	ND	13	19	20

Fuente: elaboración propia con información tomada de: <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/creditos-educativos-condonables>

Tabla 59. Distribución de Becas, créditos para maestría y doctorado en el Valle del Cauca por área de conocimiento de la OCDE 2014 - 2019

	Total de becarios	Porcentaje sobre el total
Ciencias sociales	224	36
Ingeniería y tecnología	169	27
Ciencias naturales	88	14
Humanidades	60	10
Ciencias agrícolas	38	6
Ciencias médicas	35	6

Fuente: elaboración propia con información tomada de: <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/creditos-educativos-condonables>

De manera similar, las becas otorgadas y categorizadas de acuerdo con los programas de estudio del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología, las ciencias sociales, las humanidades y educación, cuentan con la mayor cantidad de becas otorgadas, mientras que las ciencias agropecuarias y de salud son las que menos datos registran.

Tabla 60. Distribución de Becas, créditos para maestría y doctorado en el Valle del Cauca por programa de estudios del PNCTel* 2014 - 2019

	Total de becarios	Porcentaje sobre el total
Ciencias sociales, humanas y educación	284	46
Ingeniería	169	27,4
Ciencias básicas	88	14,3
Ciencias agropecuarias	38	6,2
Salud	35	5,7

Nota: *Plan nacional de Ciencia y Tecnología.

Fuente: elaboración propia con información tomada de: <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/creditos-educativos-condonables>

Desarrollo de las TIC y Estrategias de Ciudades Inteligentes

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son los medios que se utilizan para almacenar, recuperar, manipular y transmitir la información. Algunos de estos medios son la televisión, la radio, el teléfono, los celulares, los computadores y las redes de comunicación como el internet. Los progresos científicos producidos en el campo de la informática y las telecomunicaciones conllevan al desarrollo de las TIC (Belloch, 2012).

Una ciudad inteligente es la que incorpora la innovación en sus tecnologías, procesos y servicios para asegurar unos menores costos energéticos, reducir el impacto medioambiental y lograr la sostenibilidad económica y social, para favorecer las condiciones empresariales, laborales y la calidad de vida de las

personas (GICI, 2015). Implementar estrategias de ciudades inteligentes se refiere a adoptar un modelo de gestión eficiente en ciertas áreas de las ciudades (infraestructuras urbanas, movilidad, energía, estructuras de gobernanza, etc.) que incorpore la participación ciudadana y la planificación colaborativa, para lograr las ciudades inteligentes (Alonso, 2015).

A partir de lo anterior, se puede concluir que, un correcto y sostenible desarrollo del Sistema de C&CTI del Valle del Cauca es necesario que un conjunto de condiciones estructurales e institucionales, tanto a nivel departamental como nacional, estén como mínimo en la senda del equilibrio o, en el mejor de los casos, en expansión. Estas condiciones están relacionadas con los recursos económicos y humanos asignados a los sistemas, así como con los indicadores (índices de competitividad e innovación, como ejemplos) que permiten evaluarlos y con ellos demostrar que vale la pena seguir en la asignación de recursos para el sostenimiento de los sistemas de C&CTI.

En cuanto a la formación de capital humano el Valle del Cauca, entre 2015 y 2019, cuenta con una mayor cantidad de doctores, en los que priman las disciplinas de la ingeniería y las ciencias naturales, lo que sin duda ha permitido que el departamento haya mejorado su posición en términos de la producción de conocimiento y tecnología, así como en el registro de patentes

Según el posicionamiento logrado con el indicador de sofisticación de los negocios, el departamento sigue apostando en la construcción y generación del capital social que soporta el ambiente regulatorio y propicio para la interacción de los actores del Sistema de C&CTI, algo que además se refuerza con el gran avance en términos de consolidar la

infraestructura necesaria para la investigación y la innovación.

Conclusiones

A partir de lo anterior, se puede concluir que, un correcto y sostenible desarrollo del Sistema de C&CTI del Valle del Cauca es necesario que un conjunto de condiciones estructurales e institucionales, tanto a nivel departamental como nacional, estén como mínimo en la senda del equilibrio o, en el mejor de los casos, en expansión. Estas condiciones están relacionadas con los recursos económicos y humanos asignados a los sistemas, así como con los indicadores (índices de competitividad e innovación, como ejemplos) que permiten evaluarlos y con ellos demostrar que vale la pena seguir en la asignación de recursos para el sostenimiento de los sistemas de C&CTI.

En cuanto a la formación de capital humano el Valle del Cauca, entre 2015 y 2019, cuenta con una mayor cantidad de doctores, en los que priman las disciplinas de la ingeniería y las ciencias naturales, lo que sin duda ha permitido que el departamento haya mejorado su posición en términos de la producción de conocimiento y tecnología, así como en el registro de patentes.

Según el posicionamiento logrado con el indicador de sofisticación de los negocios, el departamento sigue apostando en la construcción y generación del capital social que soporta el ambiente regulatorio y propicio para la interacción de los actores del Sistema de C&CTI, algo que además se refuerza con el gran avance en términos de consolidar la infraestructura necesaria para la investigación y la innovación.