

# LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

AUTOR: CRISTHIAN RUÍZ



San Marcos

# ÍNDICE

Introducción .....	3
Los Sistemas Nacionales de Innovación .....	5
La dimensión regional de la ciencia, la tecnología y la innovación y su relación con la competitividad .....	11
Conclusión .....	14
Bibliografía .....	19



Bajo este contexto, se plantea un reto fundamental para la promoción de la CTI y su efecto en la competitividad del país y es el de lograr articularse con otros actores del sistema, reconociendo su dimensión local (departamentos), dado que esto potenciará el acceso a recursos financieros para el desarrollo de investigaciones que resuelvan problemáticas locales para el territorio. Por esto, se requiere un constante monitoreo de las necesidades de los distintos sectores y de las diferentes empresas, con el fin de conectar la oferta de CTI de las distintas organizaciones de manera correcta con las demandas del país.

En respuesta a lo anterior, el presente documento muestra aquellos factores que son de importancia en el análisis de la Ciencia, la Tecnología e Innovación. Además, presenta un enfoque desde lo regional, indicando la relevancia de las prioridades estratégicas de las agendas de competitividad territoriales para la promoción de la CTI. Finalmente, presenta los elementos que pueden ser considerados como fallas en el fortalecimiento del SNCTI: a) ausencia de apropiación del conocimiento, b) asimetrías de información, c) intangibilidad de activos y d) fallas de coordinación.

Es indispensable anotar en este punto que, de acuerdo con el documento de la misión de sabios, el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) debe ser diferente del Sistema Nacional de Competitividad y no debe estar incluido o depender de él. El SNCTI debe ser de participación abierta, por lo que identificar, entender y caracterizar la relación entre sus actores es fundamental. Los elementos imprescindibles de la gobernanza del SNCTI son: a) el Ministerio de CTI, b) un Consejo Nacional de Política de CTI, compuesto por expertos que recomiendan al Presidente sobre los desarrollos de CTI en el país, c) un Consejo Científico Nacional (instancia consultiva sobre asuntos científicos y éticos de la investigación), d) una agencia ejecutora de los programas en CTI, con altas capacidades de ingeniería financiera y (e) mecanismos de relacionamiento y coordinación del Ministerio de CTI con el resto de las autoridades nacionales y regionales, la industria y la sociedad civil, dentro de los cuales se resaltan los Sistemas de Innovación Regional.



#### La misión de sabios

Tiene el objetivo de aportar a la construcción e implementación de la política pública de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación, así como a las estrategias que debe construir Colombia a largo plazo, para responder a los desafíos productivos y sociales de manera escalable, replicable y sostenible.



#### El Sistema Nacional de Competitividad e Innovación

Es el conjunto de leyes, políticas, estrategias, metodologías, técnicas y mecanismos, que se encarga de coordinar y orientar las actividades que realizan las instancias públicas, privadas y académicas relacionadas con la formulación, implementación y seguimiento de las políticas que promuevan la competitividad e innovación del país bajo una visión de mediano y largo plazo, con el fin de promover el desarrollo económico, la productividad y mejorar el bienestar de la población.

#### Sistema Nacional de Innovación (SNI)

Puede definirse como el conjunto de organizaciones e instituciones de un país que influyen en el desarrollo, difusión y uso de diferentes tipos de conocimiento e innovaciones. Definición tomada del Documento No. 1602 adoptado mediante la Resolución No. 1473 de 2016.

# Los Sistemas Nacionales de Innovación





Figura 1. Innovación  
Fuente: Adobe/167084461

Según autores como Edquist (1997), Lundvall (1992), Nelson y Winter (1977), en un enfoque sistémico, el proceso de innovación es el resultado de la interacción entre diferentes actores públicos y privados que, al intercambiar sus conocimientos y experiencias, son capaces de desarrollar procesos de innovación. Por lo tanto, se pasa de una concepción lineal de la innovación a un proceso social de aprendizaje.

En los años 70 el diseño de la política pública para impulsar los procesos de innovación y el cambio tecnológico, estaba orientada en un modelo lineal que conceptualizó la Investigación y Desarrollo (I+D) como una actividad aislada, llevada a cabo en centros de investigación y que no se dejaba influir por incentivos desde el mercado u otras unidades de la empresa (Heijs, 2001). Posteriormente en los años 80 se empieza a concebir una nueva manera de analizar y establecer la política de innovación, influenciada por las teorías de aprendizaje y las teorías evolutivas (Edquist, 1997), en donde aparece el modelo de innovación sistémico, que conceptualiza la actividad innovadora como una interacción continua entre los distintos actores y elementos, durante todo el proceso de innovación y la comercialización posterior de los resultados (Heijs, 2001).



### Instrucción

Les invitamos a ingresar a la página principal del eje para revisar el recurso de aprendizaje:

Línea de tiempo

Bajo este concepto aparecen nuevas formas de análisis del proceso de innovación y se empieza a hablar de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) y los Sistemas Regionales de Innovación (SRI). Los primeros se conciben como una red de interacciones en el marco del proceso de innovación en el que aparecen varios subsistemas como el gobierno e instituciones, la investigación académica e industrial, el sistema educacional, las finanzas y las instituciones de transferencia tecnológica (Araneda Guirriman, Pedraja Rejas, & Rodríguez Ponce, 2017). Para algunos autores, el estudio del SNI de un país, limita el análisis del proceso de innovación, reflejando un panorama global que no recoge con detalle la realidad de cada una de sus regiones y con ellos la diversidad regional existente, por lo que aparece el concepto de los SRI, que se consideran un factor importante de los SIN (Heijs, 2001).

Es así como, estudiar la innovación desde un concepto de SRI, surge de la necesidad de entender el carácter contextual del conocimiento y, por tanto, la importancia de la proximidad espacial como elemento de potenciación de los procesos de innovación (Ordóñez, 2017). En este sentido, la región se concibe como la unidad territorial dinamizadora en la cual operan los distintos agentes económicos y a partir de la cual deben canalizarse los elementos básicos que permitan la generación de conocimiento y la innovación, necesarias para garantizar el crecimiento y el bienestar económico (Llisterri & Pietrobell, 2011)

Para el desarrollo de la región, los SRI cumplen un papel importante desde dos perspectivas: la institucional y la operativa. En el primer caso (la institucional) el SRI debe reducir la incertidumbre, proporcionar información, facilitar la cooperación y reducir los conflictos; por último, brindar incentivos para la innovación (Caicedo Asprilla, 2011); mientras que desde el segundo (la operativa), a los SRI les corresponde facilitar las interacciones entre agentes, proporcionar recursos escasos para la innovación, y dinamizar la transferencia de tecnología y conocimiento desde y hacia el exterior a la región (Caicedo Asprilla, 2011).

Por consiguiente, los SRI, permiten entender las dinámicas de innovación desde una concepción local, identificar aquellos impulsores de la innovación que conciben las capacidades locales como parte de la generación de valor y por ende del proceso de innovación.

Manteniendo esta concepción, el proceso en el que se promueve, se fortalece y se impulsa la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) entiende el proceso de innovación a partir de la interacción de unos actores regionales que hacen parte de diferentes subsistemas de innovación y que están influenciados por unos actores e instituciones locales, nacionales e internacionales. La figura 2 muestra que un subsistema está compuesto por aquellos actores que cumplen las funciones de generación y difusión de conocimiento y el otro, por aquellos que tienen que ver con la aplicación y explotación de conocimiento.

Colombia, al igual que el resto de los países latinoamericanos, se enfrentan a un problema expresado en el círculo vicioso: muy baja demanda de conocimiento por parte de los sectores productivo y social, mínima legitimidad para la generación de conocimiento, modesta producción de conocimiento, persistencia de las condiciones de estancamiento en el nivel de desarrollo. En consecuencia, son determinantes importantes para impulsar la innovación y avanzar en dar solución a las fallas del mercado; el impulsar el desarrollo del emprendimiento y la innovación en las empresas, a partir del incremento de una base de conocimiento, que está dada por la I+D y la formación del capital humano, mediante estrategias de transferencia de conocimiento y tecnología y el desarrollo de una cultura de la apropiación social del conocimiento. Este entorno debe ser facilitado e impulsado por una gobernanza de la CTI, en cuyo rol el gobierno debe establecer ese marco institucional que contribuya en el crecimiento de las dinámicas entre esa oferta y demanda de conocimiento.

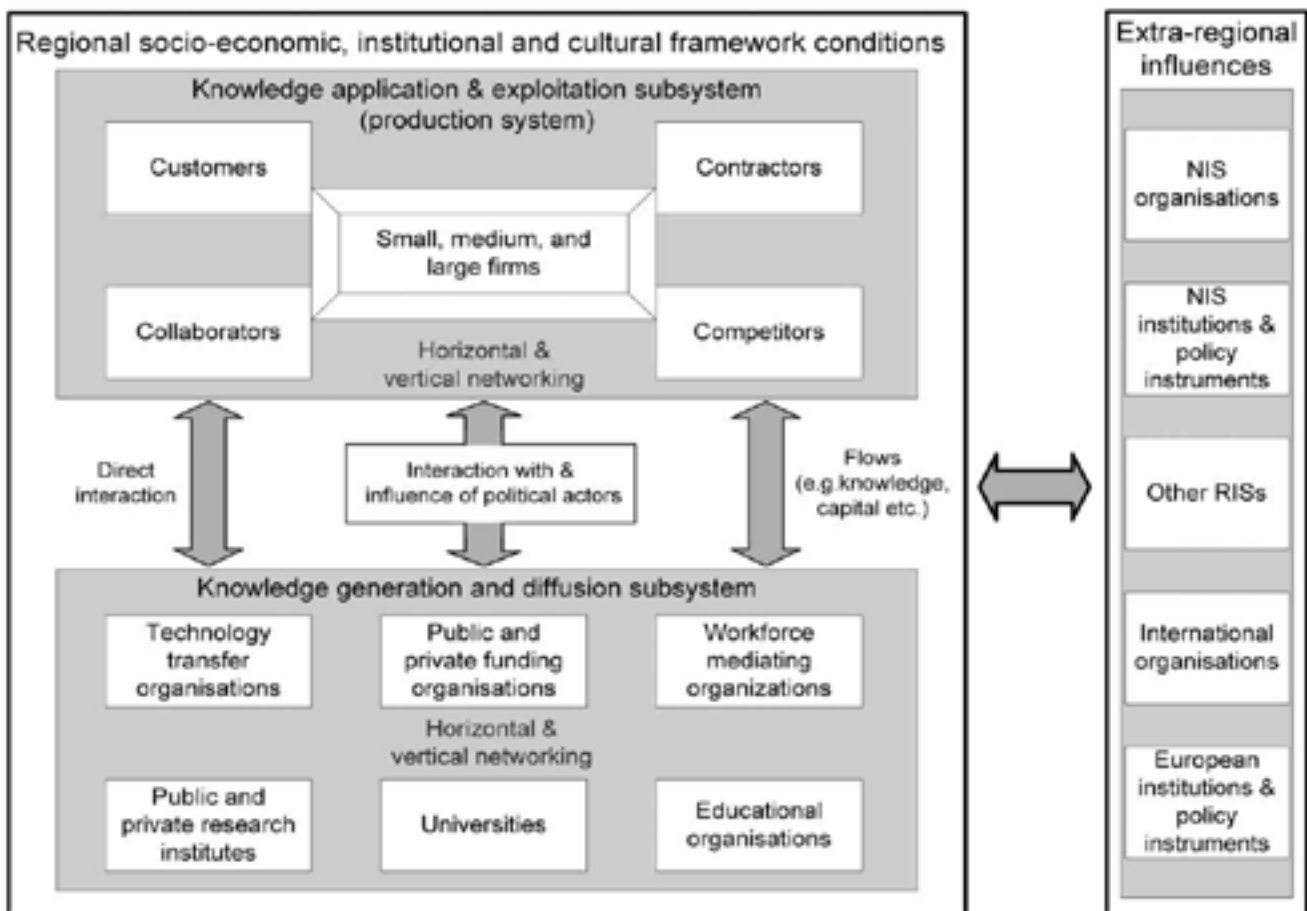


Figura 2. Estructura de los Sistemas Regionales de Innovación (SRI)  
Fuente: Broekel & Revilla (2015, pág.5).





### Lectura recomendada

Para ampliar este apartado se invita al estudiante desde la página principal del eje a realizar la lectura complementaria:

Network Structures in Regional Innovation Systems, (pp. 3-5)

Jerome Stuck, Tom Broekel, Javier Revilla Diez

Bajo este escenario, la figura 3 muestra el esquema conceptual de la política de CTI en Colombia. En esta se precisan los seis factores críticos para el desarrollo de la política de CTI.

Es preciso anotar que el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia reconoce que la demanda para la CTI está en el aparato productivo y la oferta en los generadores de conocimiento. El reto está en la conexión entre estos (oferta y demanda), que se da mediante unos facilitadores. Por esto, es preciso reconocer las particularidades estratégicas de cada sector y región del país, con el fin de dar respuesta a un desarrollo económico y social sustentable basado en el conocimiento. Estas prioridades o particularidades estratégicas se plasman en las agendas prospectivas en ciencia y tecnología, las agendas internas de productividad y competitividad y la formulación explícita de normas que regulan la construcción de los planes de desarrollo territorial, todos en la línea de incentivar la integración de la CTI como pilar de la transformación productiva de los territorios (Ruíz, y otros, 2012).

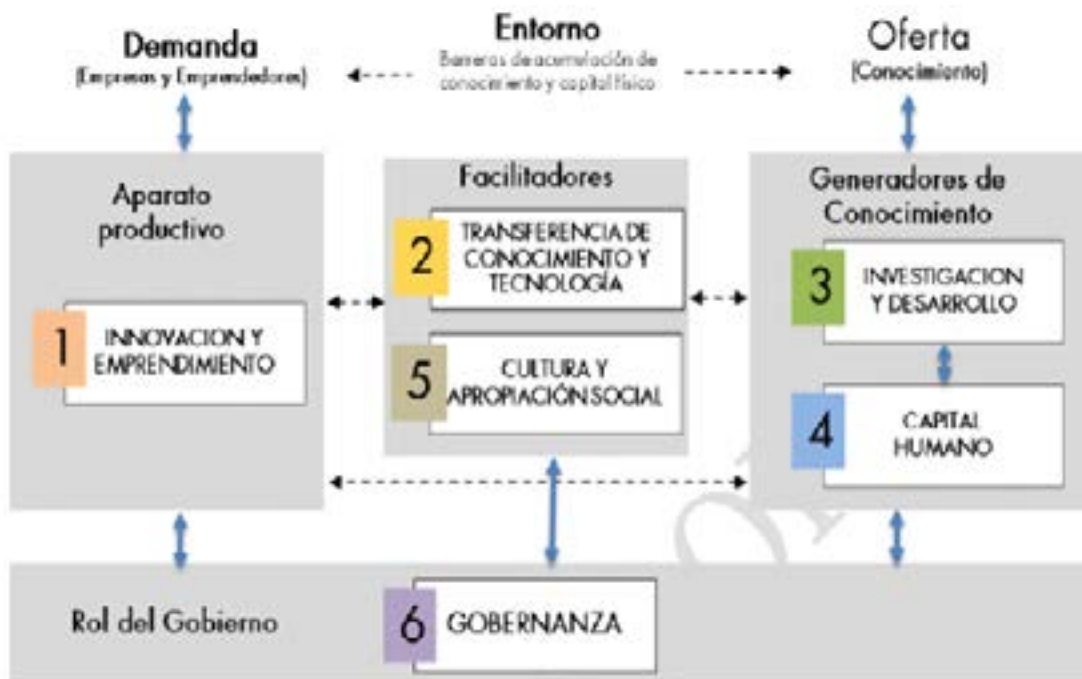


Figura 3. Esquema conceptual de la política de CTI  
Fuente: Consejo Nacional de Política Económica y Social, (2015, pág. 24).

Uno de los objetivos que se plantea para el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) es el de “Garantizar las condiciones necesarias para que los desarrollos científicos, tecnológicos e innovadores se relacionen con el sector productivo y favorezcan la productividad, la competitividad y el emprendimiento” (Ley 1951 del 24 de enero de 2019). En ese sentido, reconocer las prioridades de las regiones del país constituye un elemento fundamental para dar respuesta a la pregunta planteada en este eje. La sección a continuación aborda la dimensión regional de la política de CTI.

Por esto, la misión de sabios ha venido trabajando en ocho focos con el fin de identificar las acciones estratégicas necesarias que el país debe seguir para fortalecer su Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI):

1. Tecnologías convergentes (nano, info y cognotecnología) – Industrias 4.0.
2. Industrias culturales y creativas.
3. Energía sostenible.
4. Biotecnología, medio ambiente y bioeconomía.
5. Océanos y recursos hidrobiológicos.
6. Ciencias Sociales y Desarrollo Humano con Equidad.
7. Ciencias de la vida y de la salud.
8. Ciencias básicas y del espacio.

En el informe final de la Misión de Sabios (Colombia hacia una sociedad del conocimiento) advierte sobre la urgencia de emprender acciones e iniciativas que atiendan un entorno económico global complejo y asuman los retos de diversificar y modernizar la economía en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Al respecto, en el eje 4 se abordarán los elementos necesarios para entender la relación entre los ODS y la promoción de la CTI.



### Instrucción

Les invitamos a ingresar a la página principal del eje para revisar las siguientes actividades:

- Lectura complementaria:  
Informe Misión de Sabios 2019
- Recurso de aprendizaje:  
Demostración de roles

## La dimensión regional de la ciencia, la tecnología y la innovación y su relación con la competitividad

Autores como Moncayo (2018) y Ruiz, Henao, Lozano, Colorado, Mora, Velandia, Navarro, Montes, Ariza, Salas y Salazar (2012) argumentan que, si bien la gestión de la CTI como factor de desarrollo regional en Colombia data de 1968, es con la conformación del Sistema Nacional de Innovación (Ley 29/91 y decretos Ley 1767/90 y 585/91) y con la aprobación del documento Conpes 2739/94 en el que se hace explícita la dimensión regional en la formulación de la política de CTI. En especial, el Decreto 585, plantea la estrategia de regionalización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT).



Esta visión regional se orienta a revisar los instrumentos que se definen para el fortalecimiento de la CTI en los territorios del país. Uno de los objetivos establecidos para el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación es el de “fortalecer el desarrollo regional a través de políticas integrales de descentralización e internacionalización de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación, de acuerdo con las dinámicas internacionales”. En esta vía se han definido mecanismos de financiación para el desarrollo de proyectos de CTI.



### Lectura recomendada

Para ampliar este apartado se invita al estudiante desde la página principal del eje a realizar las lecturas complementarias:

Las políticas regionales de ciencia, tecnología e innovación en Colombia: surgimiento

Edgard Moncayo Jiménez

Observando el Sistema Colombiano de Ciencia, Tecnología e Innovación: sus actores y sus productos, (Cap. 2)

Jorge Lucio

Haciendo especial referencia a las principales instancias institucionales, que hicieron parte de los mecanismos de coordinación de la estrategia de regionalización del SNCTI, se institucionalizaron las Comisiones Regionales de Ciencia y Tecnología (CRCyT) que operaron durante el periodo comprendido entre 1994 y 2002. A partir del año 2002, fueron los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI), creados por las autoridades regionales competentes, y son los responsables de la planificación y gestión de la estrategia departamental en ciencia, tecnología e innovación (Ruíz, y otros, 2012).

Los CODECTI, están conformados por representantes locales del gobierno, las universidades, el sector privado y la sociedad civil, y son espacios consultivos y de concertación para la gestión e implementación de las políticas públicas nacionales en el territorio y el diseño de políticas públicas regionales de CyT. Son los organismos que, desde los departamentos, planifican y gestionan las estrategias que permiten un mejor acceso, uso, difusión y generación de conocimiento en las regiones

El papel y el objetivo de la política de regionalización también se encuentra sustentado en las políticas nacionales de ciencia y tecnología establecidas en los Conpes 2739, periodo 1994 – 1998; 3080, periodo 2000-2002; y 3582 de abril de 2009, en el que se incorpora la innovación. El Conpes 3582 (DNP, 2009, p. 34) insta al fortalecimiento de los CODECTI para que cumplan su misión de “ser el organismo de articulación público-privado y gestor de la CTel para el desarrollo y la competitividad del respectivo departamento” (Ruíz, y otros, 2012).

Lo anterior en concordancia con la Ley 1253 de 2008, por la cual se regula la productividad y competitividad, que establece:

”

“corresponde a las entidades territoriales señalar los objetivos, metas, prioridades, políticas y estrategias dirigidas a lograr el aumento de la productividad y mejoramiento de la competitividad en armonía con la Ley de Ciencia y Tecnología e Innovación y la Política Nacional de Productividad y Competitividad incorporada al Plan Nacional de Desarrollo”.

Por otro lado, el cambio en el Sistema General de Regalías (SGR), sancionado en el año 2011 a través del Acto Legislativo 05, instituye la regionalización del SNCTI como una de las prioridades de la política pública. A partir del cual se crea el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación que dispone del 10% de los ingresos del SGR. “El propósito del fondo es incrementar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y competitividad de las regiones mediante la destinación de recursos a proyectos acorde con las necesidades de los territorios” (Lucio & Lucio-Arias, 2013, pág. 76).

Desde que la ley 1286 de 2009 de Ciencia, Tecnología e Innovación fue promulgada se han diseñado los mecanismos por los que se ha buscado el fortalecimiento del sistema para “darle valor agregado a los productos y servicios de nuestra economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional”. La discusión actual se concentra en cómo se logra dinamizar el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) hacia la competitividad, en donde estimular actores empresariales es el principal reto. En concordancia con lo establecido en la Ley 1286 de 2009 que establece como requisito para la asignación de los recursos provenientes de regalías, los proyectos deben estar enmarcados en los planes estratégicos departamentales de ciencia, tecnología e innovación.

Este hecho soporta lo afirmado por Moncayo (2018, pág. 13) en el sentido de indicar que: “la proyección regional de las políticas de CTI, se ha ido afirmando progresivamente hasta constituirse en un componente infaltable de las mismas”. Esto conlleva a la estructuración y el fortalecimiento de planes y agendas regionales de la CTI; la inclusión de la promoción de la CTI en los planes territoriales de desarrollo; la adopción del concepto de Sistema Regional de Innovación (SRI); y el empoderamiento de las entidades territoriales para crear unidades regionales de investigación científica e innovación, financiadas con sus propios recursos. (Moncayo, 2018).

Para Moncayo (2018, pág. 19) en lo referente al plano regional, nos dice que:

”

“...el SNCCTI está llamado a capitalizar los avances que se han logrado en materia de planeación y direccionamiento estratégico, entre los cuales sobresalen las Agendas Integradas Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación y su articulación con los otros instrumentos de promoción del desarrollo regional. Las AIDCCTI están recogiendo suficientemente los programas que habían sido priorizados en los PAED de CTI; y han asimilado conceptos e instrumentos tan pertinentes como la interacción entre Estado-Empresa-Universidad (triple hélice) y el de “especialización inteligente” (Smart Specialization)”.

En el documento Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022, presentado por el Presidente Duque, se argumenta que se han hecho esfuerzos desde el Gobierno Nacional para la integración del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI), no obstante, reconoce que “el ambiente para la innovación en el país se debilitó al compararlo internacionalmente, lo que refuerza la necesidad de continuar con la labor de fortalecimiento del SNCCTI” (p. 451). En el capítulo Pacto por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación: un sistema para construir el conocimiento de la Colombia del futuro, el actual gobierno plantea como líneas estratégicas:

- a. Desarrollo de sistemas nacionales y regionales de innovación integrados y eficaces.
- b. Más ciencia, más futuro: compromiso para duplicar la inversión pública y privada en ciencia, tecnología e innovación.
- c. Tecnología e investigación para el desarrollo productivo y social.
- d. Innovación pública para un país moderno

Estas líneas establecen las actividades que orientan el accionar del estado para el fortalecimiento del Sistema. Es de notar que estas actividades están en función del fortalecimiento regional, desde los Consejos departamentales de CTI y los sistemas regionales de innovación. Así mismo, establecen las directrices para la gestión del fondo de ciencia y tecnología del Sistema General de Regalías (SGR) y hace explícita la necesidad de vincular la empresa con las universidades.

Además, el impulso a la competitividad y la CTI en las regiones tiene en el Fondo de CTI/SGR una importante fuente de recursos que debe ser mejor aprovechada, en el sentido de afinar los criterios de selección, evaluación y control de los proyectos, a fin de que estos tengan un mayor impacto en las regiones beneficiadas con estos recursos.

En este punto es necesario indicar que las innovaciones no tienen necesariamente que estar reflejadas en el desarrollo de patentes, sino en múltiples actividades que lleven a mejoras incrementales o totales en procesos y productos (Juliao Rossi, Pineda Acero, & Barrios Aguirre, 2016).

Finalmente, es de anotar que la resolución 1473 de 2016 adopta la Política de Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación que tiene por objeto promover un ambiente favorable para el ordenamiento del SNCTI, mediante el establecimiento de orientaciones y estímulos a la especialización y la búsqueda de excelencia entre los actores que lo integran.

Esta política se plantea desde las siguientes problemáticas:

- a. Baja financiación para actividades de CTI.
- b. Énfasis de la política nacional de CTI en la generación de conocimiento.
- c. Débil priorización sectorial en las políticas del país.
- d. Orientaciones implícitas y discontinuas para los centros.
- e. Infraestructura de soporte por consolidar.

## Conclusión

Se ha mostrado como la dimensión regional o territorial ha jugado un papel importante en el fortalecimiento de la política de CTI en Colombia. El reconocimiento de las prioridades estratégicas desde los territorios es fundamental para el desarrollo de iniciativas en el marco del SNCTI. Sin embargo, es preciso analizar si realmente se cuenta con una plataforma sólida, basada en la integración de la triple hélice (Leydesdorff & Etzkowitz, 2000). Por cuanto para Etzkowitz y Leydesdorff (1996, 1998, 2000), la Triple Hélice es inestable porque posee intercambios dinámicos entre cada uno de sus componentes: gobierno (Instituciones públicas), empresa y universidad, regenerando elementos innovadores y de conocimiento que reestructuran funciones en función del crecimiento económico y del desarrollo social.

Así mismo, se hace importante estudiar si están establecidos los sistemas de métricas suficientes y apropiados para llevar un mejor control de los avances en el sistema, a partir de la promoción de la CTI (Velho, 1998). De igual manera, es preciso revisar si las agendas internas para la Productividad y la Competitividad, los planes de CTI regionales y demás instrumentos de planeación del SNCTI tienen el compromiso de los diferentes actores que inciden en la estructuración, implementación y seguimiento de estos planes, para

lograr mayor capital humano calificado; investigación y desarrollo de nuevas tecnologías; nuevos procesos para hacer más efectivos y competitivos los sectores económicos; así como encadenamientos con otras industrias o sectores que fomenten un desarrollo económico y sustentable.



### Instrucción

Les invitamos a ingresar a la página principal del eje para revisar el recurso de aprendizaje:

Caso modelo

Sin duda, el principal reto para la promoción de la CTI está relacionado con lo que se podría denominar como fallas del mercado, entendidas como:

- a. Ausencia de apropiación del conocimiento.
- b. Asimetrías de información.
- c. Intangibilidad de activos.
- d. Fallas de coordinación.

La falla de mercado, denominada problemas de apropiación del conocimiento, se genera cuando la realización de investigación básica, por la probabilidad de difusión amplia de sus resultados, dificultad para retener sus resultados, su riesgo y el largo periodo para eventuales retornos, no es atractiva para actores diferentes al sector público; a lo anterior se suma el interés público por los objetos de investigación. Todo ello justifica la participación central del Estado en la financiación y la selección de los temas de investigación básica a través de la creación y apoyo al funcionamiento de Centros de Investigación.

En el caso de la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación, que generan externalidades positivas, beneficios por fuera del mercado, su riesgo y el periodo de retorno de las inversiones, en principio inducen un nivel de inversión privada menor al requerido, lo cual justifica una actuación del Estado para superar estas fallas del mercado, mediante mecanismos como la cofinanciación (grants), la protección de la propiedad industrial e incentivos tributarios, o la creación y fortalecimiento de centros de investigación y de desarrollo tecnológico que proveen bienes públicos destinados a motivar la inversión privada en dichas actividades.

Con relación a las asimetrías de información o desbalances de su posesión entre actores del sistema; se trata de información que, aunque es de interés empresarial, su alto costo y su amplio impacto, no inducen decisión privada para invertir en ella, y por ello se justifica la actuación de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico para generarla y difundirla entre los actores.

Entre las fallas del sistema cabe citar: la brecha entre la oferta de servicios científicos y tecnológicos –incluida la I&D- y la demanda de los sectores productivo y social, cuya producción no es del interés primordial por parte de actores privados individuales, justifica, como en una gran cantidad de países, que el Estado cree y apoye, de manera diferencial, diversos tipos de Centro, para el cumplimiento de su misión de producir bienes públicos y privados para superar todos estos tipos de fallas.

Con el fin de reducir estas brechas, la Resolución No. 1473 de 2016 adopta el documento No. 1602, que define la política de actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esta política identifica inicialmente el reconocimiento de 5 tipos de actores:

- a. Centros de investigación.
- b. Centros de desarrollo tecnológico.
- c. Centros de innovación y de productividad.
- d. Centros de ciencia.
- e. Unidades empresariales de I+D+I.

Para esto, adopta el concepto de Technology Readiness Level (TRL). A partir de este, se puede observar que el fortalecimiento de actores hacia la investigación aplicada implica acciones orientadas a: TRL 3 (prueba experimental del concepto), TRL 4 (validación de la tecnología en el laboratorio), investigación básica: TRL 2 (formulación del concepto tecnológico). Y la creación y fortalecimiento de capacidades y recursos para avanzar hacia el desarrollo tecnológico: TRL 5 (validación de la tecnología en el entorno pertinente). Con relación a este nivel de preparación tecnológica, esto significa que los elementos básicos de determinada tecnología son integrados de manera que la configuración final es similar a su aplicación final, es decir que está listo para ser usado en la simulación de un entorno real, por lo que se mejoran los modelos tanto técnicos como económicos del diseño inicial (Colciencias, 2016).



### Instrucción

Les invitamos a ingresar a la página principal del eje para revisar la actividad de aprendizaje:

Podcast con preguntas



En un escenario en el que se proponga ampliar y profundizar el alcance en la cadena de valor de la investigación existente, es preciso orientar acciones hacia el fortalecimiento de la investigación aplicada (TRL 3 y TRL 4), investigación básica (TRL 2), desarrollo tecnológico (TRL 5); en esta etapa se recomienda fortalecer las capacidades y recursos para avanzar hacia el TRL 6 (demostración en el entorno pertinente). En este nivel de preparación tecnológica es posible contar con prototipos piloto capaces de desarrollar todas las funciones necesarias dentro de un sistema determinado, habiendo superado pruebas de factibilidad en condiciones de operación o funcionamiento real. Es posible que los componentes y los procesos se hayan ampliado para demostrar su potencial productivo/industrial en sistemas reales. La documentación disponible puede ser limitada, sin embargo, se puede iniciar la documentación con el prototipo que se ha probado en condiciones muy cercanas a las que se espera vaya a funcionar, se han identificado y modelado el sistema a escala comercial completa, perfeccionando la evaluación del ciclo de vida y la evaluación económica, (ver figura 4).

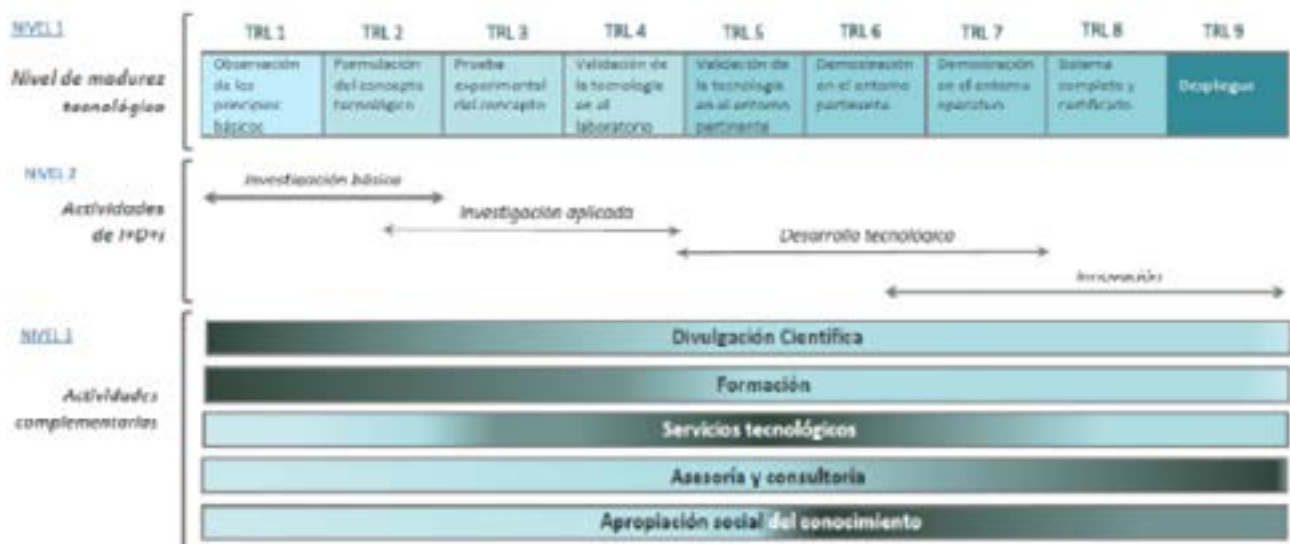


Figura 4. Cadena de valor de la Investigación de los Technology Readiness Level (TRL)  
Fuente: Colciencias (2016)

Para lograr la definición de acciones estratégicas a implementar mediante la política de CTI, se requiere reconocer los actores clave y sus capacidades y así ubicarlos en la TRL correspondiente. Colciencias (2016) define cuatro grupos de actores de acuerdo con la afinidad de su objeto social. La figura 4 presenta este grupo de actores.

¿Cómo define su Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación?

¿Cuáles son los actores clave del SNCTI identificado?

¿De acuerdo con la definición TRL qué acciones considera que son clave para implementar en el corto plazo?



Figura 5. Actores del SNCTI agrupados por afinidad en su objeto social  
Fuente: Colciencias (2016)



### Instrucción

Para ampliar la información se invita al estudiante a ingresar a la página principal del eje para revisar la actividad de aprendizaje:

Control de lectura

Araneda Guirriman, C., Pedraja Rejas, L., & Rodríguez Ponce, E. (diciembre de 2017). Sistema Nacional de Innovación: Reflexiones y análisis del caso chileno. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v35n4/0718-3429-idesia-35-04-00111.pdf>

Caicedo Asprilla, H. (2011). El papel de los sistemas regionales de innovación en ciudades y regiones globales. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cuadm/v27n45/v27n45a06.pdf>

Colciencias. (2016). Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Obtenido de <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/politiciadeactores-snctei.pdf>

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2015). Documento CONPES borrador. Política de transformación productiva: un modelo de desarrollo sectorial para Colombia. Obtenido de <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/conpes-borrador-cti.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND-2018-2022.pdf>

Edquist, C. (1997). Systems of Innovation Approaches - Their Emergence and Characteristics. En Edquist, C. *Systems of Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 1-35). London: Routledge Taylor & Francis Group. Ottawa, Canada: John de la Mothe .

Fagerberg, J., Mowery, D., & Nelson, R. (2005). *The Oxford handbook of innovation*. Fagerberg.

Freeman, E., Harrison, J., Hicks, A., & Parmar, B. (2010). *Stakeholder Theory: The State of the Art*. New York: Cambridge University Press.

Heijs, J. (2001). Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación y Política Tecnológica: Una aproximación Teórica. Obtenido de <http://eprints.ucm.es/6757/1/24-01.pdf>

Juliao Rossi, J., Pineda Acero, J., & Barrios Aguirre, F. (2016). Contraste entre los determinantes de la inversión en I&D y del registro de patentes en sectores industriales de Colombia. Obtenido de <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/cife/article/view/3214>

Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123. Obtenido de [https://www.academia.edu/866737/The\\_dynamics\\_of\\_innovation\\_from\\_National\\_Systems\\_and](https://www.academia.edu/866737/The_dynamics_of_innovation_from_National_Systems_and)

Llisterri, J., & Pietrobello, C. (2011). Los sistemas regionales de innovación en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Los-sistemas-regionales-de-innovaci%C3%B3n-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>

Lucio, J., & Lucio-Arias, D. (2013). Capacidades regionales en investigación: balance 2008 – 2011. Observando el Sistema Colombiano de Ciencia, Tecnología e Innovación: Sus actores y sus productos. Bogotá: OCyT – Colciencias. Obtenido de <https://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2017/07/observando-el-sistema.pdf>

Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.

Moncayo, E. (2018). Las políticas regionales de ciencia, tecnología e innovación en Colombia: surgimiento, evolución y balance de la situación actual. Obtenido de <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/opera/article/view/5577/6911>

Nelson, R., & Winter, S. (1977). In search of a useful theory of innovation. *Research Policy*, 6 (1), 36-76. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0048733377900294>

Ordóñez, S. (2017). Sistemas de innovación y conocimiento, el caso de Jalisco, México. *Revista Problemas del Desarrollo*, 191 (48), 161-184. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301703617300445>

Ruiz, C., Henao Gómez, D., Lozano Borda, M., Colorado, L., Mora Holguín, H., & Velandia Sánchez, J. (2012). Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación de Boyacá. Obtenido de <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/pedcti-boyaca.pdf>

Stuck, J., Broekel, T., & Revilla Diez, J. (2015). Network Structures in Regional Innovation Systems. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/282446709\\_Network\\_Structures\\_in\\_Regional\\_Innovation\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/282446709_Network_Structures_in_Regional_Innovation_Systems)



[www.usanmarcos.ac.cr](http://www.usanmarcos.ac.cr)

San José, Costa Rica