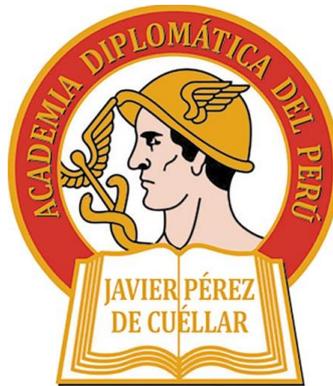


**ACADEMIA DIPLOMÁTICA DEL PERÚ JAVIER PÉREZ DE
CUELLAR**



**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN DIPLOMACIA Y RELACIONES
INTERNACIONALES**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
DIPLOMACIA Y RELACIONES INTERNACIONALES**

TEMA DE TESIS:

**El rol del Ministerio de Relaciones Exteriores en el fortalecimiento de la Innovación
Tecnológica en el Perú en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial**

PRESENTADO POR:

Oscar Eduardo Cajo Gutarra

ASESORES:

Tema de Fondo: P.S. del SDR Sergio Anibal Zapata Huamán

Metodológico: Dra. Milagros Aurora Revilla Izquierdo

Lima, 9 de noviembre de 2020

RESUMEN

El crecimiento económico experimentado en el Perú en las últimas décadas ha permitido una mejora relativa del bienestar general de la población; sin embargo, esto no ha sido suficiente, y, en el contexto actual, es insostenible para el futuro. Por eso es necesario generar condiciones y capacidades estructurales que permitan el desarrollo económico y social en el mediano y largo plazo. Esto se puede lograr por medio del incremento de la productividad fruto de la innovación tecnológica. De esta forma, el país tendrá mayores herramientas para competir en el mercado internacional al insertarse en las cadenas globales de valor en el marco de la Cuarta Revolución Industrial.

En este contexto, el Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú cumple un rol fundamental como facilitador y soporte en el fortalecimiento del ecosistema de innovación nacional. El presente trabajo de investigación describe, por medio de un marco conceptual y teórico, la importancia de la innovación tecnológica para este propósito y hace un diagnóstico de la actualidad de la Ciencia, Tecnología e Innovación en el país. Finalmente, plantea propuestas de acción en la Cancillería Peruana para el desarrollo de este campo por medio de la diplomacia científica.

Palabras clave: innovación tecnológica, competitividad nacional, Cuarta Revolución Industrial, ecosistema de innovación, diplomacia científica.

ABSTRACT

The economic growth experienced in Peru in recent decades has allowed a relative improvement in the general well-being of the population; however, this has not been enough, and, in the current context, it is unsustainable for the future. This is why it is necessary to generate conditions and structural capacities that permit economic and social development in the medium and long term. This can be achieved by increasing productivity as a result of technological innovation. In this way, the country will have greater tools to compete in the international market by inserting itself into global value chains within the framework of the Fourth Industrial Revolution.

In this context, the Ministry of Foreign Affairs of Peru plays a fundamental role as a facilitator and supporter in strengthening the national innovation ecosystem. This research work describes, through a conceptual and theoretical framework, the importance of technological innovation for this purpose and makes a diagnosis of the current situation of Science, Technology and Innovation in the country. Finally, it raises action proposals for the Peruvian Foreign Ministry for the development of this field through science diplomacy.

Key words: technological innovation, national competitiveness, Fourth Industrial Revolution, innovation ecosystem, science diplomacy.

LISTA DE ACRÓNIMOS

| Siglas | Significado |
|----------|--|
| AAAS | Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia |
| APCI | Agencia Peruana de Cooperación Internacional |
| APEC | Foro de Cooperación Económica Asia Pacífico |
| BID | Banco Interamericano de Desarrollo |
| CDTI | Centro de Desarrollo de Tecnología Industrial |
| CEO | Director Ejecutivo |
| CEPLAN | Centro Nacional de Planeamiento Estratégico |
| CLM | Modelo de Innovación en Cadena |
| CNEN | Comisión Nacional de Energía Nuclear del Brasil |
| CNPq | Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico del Brasil |
| CONCYTEC | Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología |
| CONID | Consejo Consultivo Nacional de Investigación y Desarrollo para la CTI |
| CTI | Ciencia, Tecnología e Innovación |
| CYTED | Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo |
| DAE | Dirección General de Asuntos Económicos del MRE |
| DCT | Dirección de Ciencia y Tecnología del MRE |
| DECYTI | Dirección de Energía, Ciencia y Tecnología e Innovación del Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile |
| DEE | Dirección de Estudios y Estrategias de Política Exterior del MRE |
| DNE | Dirección de Negociaciones Económicas Internacionales del MRE |
| EdTech | Tecnología Educativa |
| EMBRAPA | Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria |
| ENCTI | Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Brasil |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura |
| FECYT | Fundación Española de Ciencia y Tecnología |
| FIDECOM | Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad |
| FINCyT | Fondos para Programas de Ciencia y Tecnología |
| FOMITEC | Fondo Marco para la Innovación, Ciencia y Tecnología |
| FONDECYT | Fondo Nacional de Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica |
| I+D | Investigación y Desarrollo |
| I+D+i | Investigación y Desarrollo e Innovación |

| | |
|----------|---|
| INDECOPI | Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual |
| INSEAD | Instituto Europeo de Administración de Empresas |
| IPI | Institutos Públicos de Investigación |
| IRENA | Agencia Internacional de Energía Renovable |
| ITA | Instituto Tecnológico de Aeronáutica del Brasil |
| MRE | Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú |
| OCDE | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos |
| ODE | Oficina Desconcentrada del MRE |
| ODS | Objetivos de Desarrollo Sostenible |
| OMPI | Organización Mundial de la Propiedad Intelectual |
| OSE | Órgano del Servicio Exterior del MRE |
| PBI | Producto Bruto Interno |
| PEI | Plan Estratégico Institucional |
| PESEM | Plan Estratégico Sectorial Multianual |
| PNCP | Plan Nacional de Competitividad y Productividad |
| PNCTI | Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación |
| SEIDI | Secretaría de Estado para la Investigación, Desarrollo e Innovación |
| SINACYT | Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología |
| TICs | Tecnologías de la Información y Comunicaciones |
| WEF | Foro Económico Mundial |

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| LISTA DE ACRÓNIMOS | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 8 |
| CAPÍTULO I: CONCEPTOS Y ALCANCES TEÓRICOS | 11 |
| 1. Conceptos | 12 |
| 1.1. Innovación tecnológica..... | 12 |
| 1.2. Cambio tecnológico..... | 13 |
| 1.3. Competitividad Nacional..... | 15 |
| 1.4. Ecosistema de Innovación | 18 |
| 1.5. Diplomacia científica..... | 20 |
| 1.6. Cuarta Revolución Industrial..... | 23 |
| 2. Teorías Económicas sobre innovación y crecimiento económico..... | 26 |
| 2.1. Enfoques neo-schumpeteriano y evolucionista | 26 |
| 2.2. Modelo cíclico de cambio tecnológico..... | 28 |
| 2.3. Los paradigmas tecnológicos..... | 29 |
| 2.4. Modelos sobre el proceso de innovación tecnológica | 31 |
| 2.4.1. El modelo de innovación lineal | 31 |
| 2.4.2. Modelo de innovación en cadena | 32 |
| 2.4.3. Modelo interactivo..... | 33 |
| 2.5. La clasificación de Rothwell | 34 |
| 3. Las relaciones internacionales y la CTI..... | 36 |
| 3.1. Efectos de la CTI en las relaciones internacionales | 37 |
| 3.2. Casos prácticos en países..... | 40 |
| 3.2.1. Estados Unidos | 40 |
| 3.2.2. Suiza | 41 |
| 3.2.3. España..... | 43 |
| 3.2.4. India | 44 |
| 3.2.5. Brasil..... | 45 |
| 3.2.6. Chile..... | 46 |
| CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN EN EL PERÚ | 49 |
| 1. Medición de la innovación tecnológica del Perú en el Índice de Competitividad Global del Foro Económico Mundial..... | 50 |
| 1.1. Resultados en el Pilar 11: Dinamismo de negocios..... | 51 |
| 1.1.1. Cultura Empresarial..... | 52 |
| 1.2. Resultados en el Pilar 12: Capacidad de innovación..... | 55 |
| 1.2.1. Interacción y diversidad..... | 56 |
| 1.2.2. Investigación y desarrollo..... | 58 |

| | |
|---|------------|
| 2. Políticas de apoyo a la innovación en el Perú..... | 61 |
| 2.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SINACYT) | 63 |
| 2.2. Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano PNCTI 2006-2021 | 65 |
| 2.3. Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030 | 68 |
| 2.4. Innóvate Perú..... | 70 |
| 3. Rol del Ministerio de Relaciones Exteriores para apoyar al Sistema Nacional de Innovación..... | 71 |
| 3.1. Plan Estratégico Sectorial Multianual – Relaciones Exteriores 2015-2021 | 72 |
| 3.2. Plan Estratégico Institucional – PEI 2020-2022..... | 74 |
| 3.3. Dirección General para Asuntos Económicos (DAE)..... | 75 |
| 3.3.1. Dirección de Ciencia y Tecnología (DCT)..... | 75 |
| 3.4. Grupo de trabajo de la Cuarta Revolución Industrial..... | 78 |
| CAPÍTULO III: NUEVAS ACCIONES DEL MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES PARA APOYAR AL FORTALECIMIENTO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL PAÍS..... | 79 |
| 1. Líneas de acción Prioritarias del Plan Nacional de CTI y del Plan Nacional de Competitividad y Productividad | 80 |
| 1.1. Profundizar el liderazgo del Perú en el proceso de implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, así como en los otros foros de desarrollo a nivel bilateral, regional y global..... | 80 |
| 1.2. Promover la integración estratégica de las empresas peruanas en las cadenas regionales y globales de valor, a través de procesos tecnológicos | 81 |
| 1.3. Fortalecer e implementar los mecanismos de cooperación en materia de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica | 83 |
| 1.4. Otras líneas de acción y medidas políticas | 84 |
| 2. Países líderes en CTI en los Sectores Prioritarios del PNCTI..... | 85 |
| 2.1. Agropecuario y agroindustrial..... | 86 |
| 2.2. Pesca y acuicultura marina y continental | 87 |
| 2.3. Minería y Metalurgia | 89 |
| 2.4. Forestal | 91 |
| 2.5. Energía..... | 92 |
| 2.6. Telecomunicaciones | 94 |
| 2.7. Salud | 95 |
| 2.8. Educación | 97 |
| 2.9. Ambiente | 98 |
| 2.10. Vivienda y saneamiento..... | 99 |
| 3. Experiencias para tomar de en cuenta países | 101 |
| 3.1. Red de diplomacia científica – Caso Suiza | 101 |
| 3.2. Sectores especializados en CTI en embajadas y consulados – Caso Brasil | 102 |
| 3.3. Planes estratégicos en sectores prioritarios – Caso Chile..... | 102 |
| 4. Acciones Recomendadas | 103 |
| 4.1. Acciones en el espacio institucional..... | 103 |
| 4.1.1. Mejorar articulación de documentos del sector con Plan Nacional de CTI y Plan Nacional de Competitividad y Productividad..... | 104 |

| | |
|--|------------|
| 4.1.2. Implementar el fortalecimiento de la innovación tecnológica para la inserción del Perú en la Cuarta Revolución Industrial como objetivo estratégico del PESEM | 104 |
| 4.2. Acciones de la Dirección de Ciencia y Tecnología..... | 105 |
| 4.2.1. Pipeline de instituciones en países líderes..... | 105 |
| 4.2.2. Trabajo conjunto con ODEs en identificación de necesidades en el campo de la innovación tecnológica | 106 |
| 4.3. Acciones en el exterior | 107 |
| 4.3.1. Red peruana de Diplomacia Científica y Tecnológica | 107 |
| 4.3.2. Fortalecimiento de Comunidades científicas en el exterior..... | 109 |
| 4.4. Acciones en el espacio multilateral | 109 |
| 4.4.1. OCDE | 110 |
| 4.4.2. Alianza del Pacífico..... | 110 |
| 4.4.3. APEC | 110 |
| CONCLUSIONES | 112 |
| BIBLIOGRAFÍA | 115 |

INTRODUCCIÓN

El Perú ha experimentado en las últimas décadas un crecimiento económico que ha contribuido en la mejora de las condiciones de vida de la población. A comparación de otras etapas de nuestra historia, estas circunstancias favorables se han traducido en inversiones en infraestructura y servicios básicos en favor de los peruanos en proporciones que no se habían visto previamente; sin embargo, si bien a corto plazo el balance ha sido muy positivo, en el escenario actual es necesario mejorar la competitividad nacional por medio de la innovación tecnológica como factor de incremento de la productividad, y así lograr un desarrollo económico y social a largo plazo en el contexto la Cuarta Revolución Industrial.

Es por ello que esta investigación se centra en el rol que cumple el Ministerio de Relaciones del Perú para ayudar al fortalecimiento de la innovación tecnológica en el país por medio de la diplomacia científica. Si bien, es el CONCYTEC el ente rector del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación (SINACYT), la Cancillería es un importante facilitador y articulador para la consecución de los objetivos nacionales en este campo y tiene aún margen de acción para ello.

Es así que este documento pretende explicar al lector los beneficios de la innovación tecnológica para la mejora del bienestar de la población desde la perspectiva de las Relaciones Internacionales y su aplicación práctica con la diplomacia científica. Además, se plantean recomendaciones que se podrían efectuar para el logro de este propósito por parte del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Con respecto a la metodología utilizada, por un lado, el presente trabajo de investigación recurre a herramientas cualitativas para el análisis del contexto actual de la innovación tecnológica en el Perú y en diversos países alrededor del mundo. Por otro lado, se utiliza el enfoque deductivo, pues parte de un aspecto teórico general y se va desarrollando hasta llegar a recomendaciones de aplicación práctica respecto a la diplomacia científica. Asimismo, se caracteriza por seguir una metodología analítica y de síntesis, al hacer un diagnóstico de la situación actual de la Ciencia, Tecnología e Innovación en el país, lo que contribuyen a sostener la propuesta de investigación.

En cuanto a la estructura de la investigación, el trabajo se divide en tres capítulos, que van desarrollando las preguntas de la investigación y buscan guiar al lector desde elementos teóricos respecto a innovación y tecnología, pasando por un análisis del contexto actual en el país para finalmente plantear propuestas concretas que respondan a las preguntas planteadas.

En el primer capítulo se desarrolla el marco conceptual y los fundamentos teóricos que son la base investigación. Se comienza definiendo los conceptos claves para entender lo planteado y que permiten explicar la importancia de la innovación tecnológica y la competitividad nacional en el marco de la Cuarta Revolución Industrial. Posteriormente, se describen las principales teorías sobre innovación y la perspectiva de la ciencia y tecnología desde las Relaciones Internacionales.

En el segundo capítulo se pretende hacer un análisis o diagnóstico de la situación actual de la innovación tecnológica en el Perú por medio de la evaluación del Índice de competitividad del Foro económico mundo en lo que respecta al ecosistema de innovación. Del mismo modo, se describen los principales documentos de gestión respecto a la ciencia e innovación existentes en el país y el rol actual del Ministerio de Relaciones Exteriores en este campo.

Finalmente, en el tercer capítulo se proponen nuevas acciones por parte del Ministerio de Relaciones Exteriores para apoyar al CONCYTEC en el fortalecimiento de la innovación en el país en el marco de los objetivos nacionales de Política Exterior. Para ello previamente, se detallan los países líderes en innovación en los sectores prioritarios para el Perú y se analizan casos de aplicación de diplomacia científica en países como Suiza, Brasil y Chile.

En cuanto a las fuentes bibliográficas principales, para el marco conceptual se ha consultado el texto de Álvaro Turriago titulado *Innovación y cambio tecnológico en la sociedad del conocimiento*. Adicionalmente, para el marco teórico central respecto a la relación triangular de la ciencia, la tecnología y las relaciones internacionales, se ha recogido la teoría de Charles Weiss.

Para el diagnóstico de la situación actual del Perú, se ha recurrido al Índice de Competitividad Global del Foro Económico Mundial y al Índice de Innovación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Asimismo, se ha tomado en consideración los principales documentos de gestión del país respecto a la Ciencia, Tecnología e Innovación como el Plan Nacional de CTI y el Plan Nacional de Competitividad y Productividad; y los documentos de gestión institucional del Ministerio de Relaciones Exteriores como el Plan Estratégico Multisectorial (PESEM) y el Plan Estratégico Institucional (PEI).

En síntesis, el presente trabajo pretende aportar a la labor que realiza el Ministerio de Relaciones Exteriores para la proyección de los intereses del país en el exterior desde el enfoque de la mejora de la competitividad y productividad por medio de la innovación tecnológica. Así lograr la inserción en las cadenas globales de valor para lograr fortalecer las capacidades estructurales del país y contribuir a su desarrollo económico y social en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial.

CAPÍTULO I: CONCEPTOS Y ALCANCES TEÓRICOS

En el presente capítulo se trata de elaborar un marco conceptual y teórico de la innovación tecnológica y su relación con la política exterior peruana como herramienta para la mejora de la competitividad nacional. Lo que se pretende con ello es aproximar al lector al problema de investigación y guiarlo desde la comprensión de los principales conceptos a tratar sobre innovación y cambio tecnológico hasta la definición de la competitividad nacional, diplomacia científica y cuarta revolución industrial.

Posteriormente, se hace una descripción de los principales marcos teóricos sobre la innovación tecnológica, como el enfoque neoschumpeteriano y el enfoque evolucionista, y los distintos modelos que existen sobre la innovación como el modelo cíclico de cambio tecnológico, los paradigmas tecnológicos, los modelos sobre el proceso de innovación tecnológica como el de innovación lineal, el modelo en cadena y el interactivo. Asimismo, se explica uno de los métodos de clasificación de estos modelos que es la clasificación de cinco generaciones desarrollada por Rothwell.

Finalmente, el capítulo culmina con una explicación de la teoría formulada por Charles Weiss sobre la interrelación entre las relaciones internacionales y la ciencia, tecnología e innovación (CTI), que sirve como nexo entre el marco conceptual y teórico de la innovación con el problema de investigación del presente estudio. Además, se presentan casos prácticos respecto a esta interrelación, expresado en el cruce de la CTI con la política exterior de países de diversas características como Estados Unidos y Suiza, de alto desarrollo tecnológico en occidente; España, como referente para Hispanoamérica; India y Brasil, como ejemplos de potencias regionales emergentes y Chile, como país vecino del Perú y también miembro de la Alianza del Pacífico.

1. Conceptos

En este apartado se hará una explicación de los principales conceptos que son necesarios para la comprensión del tema de la investigación y que serán parte de lo desarrollado a lo largo de los siguientes capítulos. Al final de cada uno de ellos, se tratará de explicar las definiciones previas planteadas por los autores citados para que el lector pueda tener una idea más clara de la utilidad de estos conceptos como marco conceptual de la investigación.

Se empieza con la definición del concepto de innovación tecnológica para diferenciarlo de la innovación en general. Luego se plantea lo que es el cambio tecnológico y se explica el concepto de competitividad y su relación con los conceptos anteriores. Finalmente, se desarrollan los conceptos de ecosistema de innovación, diplomacia científica y se enmarca todo ello con la definición de la cuarta revolución industrial, que sirve como el paraguas que abarca el momento actual en el desarrollo científico y tecnológico.

Con ello, se intenta hacer un desarrollo gradual de ideas y conceptos para la comprensión del lector y así se puedan entablar relaciones entre todos ellos en el posterior marco teórico. Se espera así que este primer punto del capítulo sea la base conceptual para lo desarrollado en adelante.

1.1. Innovación tecnológica

El concepto más general de innovación la define como la introducción de un nuevo producto o de un proceso, o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas (OCDE & EUROSTAT, 2005, p. 51). A diferencia de la definición anterior, la innovación tecnológica, se caracteriza por que ésta se realiza con la implementación exitosa de una idea técnica nueva para la institución que la crea, es decir, para que haya innovación tecnológica tiene que haber la aplicación de una ciencia o arte ya sea en forma de bien o servicio (Branscomb, 2001).

Las innovaciones tecnológicas desempeñan un papel cada vez más destacado en el crecimiento de las principales economías industriales. Como resultado, los gobiernos están cambiando su atención de la política de ciencia y tecnología a un enfoque en la política de investigación e innovación (Branscomb, 2001).

Según el Manual de Frascati (OCDE, 1994), citado por Turriago (2014, p. 19), la innovación tecnológica es la transformación de una idea en un producto nuevo o mejorado puesto en el mercado, en un proceso nuevo o renovado utilizado en la industria o en el comercio o en un nuevo enfoque del servicio social. En contraste, el Manual de Oslo, también de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, en su versión del 2005, elimina la palabra tecnológica de las definiciones de innovación, pues dice que puede crear confusión, ya que muchas empresas de servicios podrían interpretar este concepto como el uso de plantas y equipo de alta tecnología incorporada y de este modo no identificar, con esta definición, muchas de sus propias innovaciones de producto y proceso (OCDE & EUROSTAT, 2005, p. 21).

Desde el punto de vista de la teoría económica, Schumpeter (1976) tiene el mérito de haber incorporado la innovación en su propuesta de desarrollo económico y al empresario innovador como impulsor del proceso de innovación. Él plantea que la fuerza fundamental para el desarrollo es el fenómeno tecnológico, en especial, las innovaciones radicales que provocan cambios revolucionarios en la sociedad (Montoya, 2004, p. 211).

Tomando en consideración los distintos significados planteados en esta investigación se definirá la innovación tecnológica como la herramienta que permite la generación de nuevos producto o procesos al interior de las empresas y en su entorno inmediato, el mercado (Turriago, 2014, p. 27).

1.2. Cambio tecnológico

El concepto de cambio tecnológico, según Turriago (2014, p. 9), se entiende como el proceso y las transformaciones derivadas de modificaciones en las técnicas de producción, de la índole que sean estas técnicas productivas.

Entre los economistas clásicos, fue sin duda alguna Marx quien consideró, mas que cualquier otro, que el cambio tecnológico es la fuerza conductora del desarrollo económico y de la competencia en el sistema económico capitalista. Por otro lado, Schumpeter, precisa que este cambio se produce esencialmente por la existencia y aparición de innovaciones tecnológicas (Montoya, 2004, p. 211). Es decir, que un cambio tecnológico es finalmente una transformación de un producto o proceso producido necesariamente por una innovación tecnológica.

La medición de este cambio tecnológico está vinculado a la función de producción. Según Heertje (1984), citado por Turriago (2014, p. 10) la función de producción hace el vínculo entre el nivel de producción y el nivel de insumos (factores de producción) a determinada fase del progreso tecnológico. Cada vez que aumenta el conocimiento técnico provoca una modificación de la función de la producción.

Los economistas a menudo utilizan la función producción para describir la relación entre cantidades de insumos utilizadas en la producción y la cantidad producida. Es decir, es una función que muestra la forma en la cual se combinan los insumos para generar la producción (Mankiw, 2012, p. 539). La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$Q = A * f(k, l)$$

Donde Q es la cantidad producida, L es la cantidad de trabajo, K es la cantidad de trabajo y A es la constante que mide el cambio tecnológico.

De esta fórmula se puede deducir que a medida que aumenta la tecnología (A aumenta) se genera una mayor producción sin necesidad de aumento de los demás factores. Se presume igualmente que las variaciones positivas de A significan innovación, mientras que el valor absoluto alcanzado por A, al establecer comparaciones con funciones de producción diferentes, significan eficiencia. De manera que la función producción permite medir, con la ayuda de sus coeficientes, el cambio técnico (Turriago, 2014, p. 10).

Esto resume lo que se llama la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores o cambio tecnológico (progreso técnico), que es la cantidad en que aumentaría la producción como consecuencia de las mejoras de los métodos de producción si no se altera la cantidad utilizada de los otros factores (Rudiger, Stanley y Richard, 2004, p. 58).

Con el pasar de los años, se fueron agregando coeficientes que dieron mayor certeza y precisión al análisis de la producción. Los trabajos de Solow (1957) y de Denison (1962) son la base desde la que se han construido los modelos actuales sobre crecimiento económico y el cambio tecnológico. Que se puede expresar de la siguiente manera:

$$\Delta Q/Q = \Delta L/L \times wL + \Delta K/K \times wK + \Delta A/A$$

Donde $\Delta L/L$ representa la tasa de crecimiento del factor de producción trabajo y $\Delta K/K$, la tasa de crecimiento del factor de producción capital; wL , la participación del trabajo en el total de la producción y wK , la participación del capital en el producto total. $\Delta A/A$ representa la tasa de progreso tecnológico, que capta aquella parte del crecimiento económico que no se explica por la acumulación de capital y trabajo. Este último término se halla relacionado con la mayor o menor eficiencia con la cual se utilizan los factores productivos de la economía, es decir, el aumento o disminución de la productividad (Turriago, 2014, p. 12).

1.3. Competitividad Nacional

La competitividad es un término que ha evolucionado con el paso de los años. Está muy ligado a las teorías clásicas de comercio internacional, en especial con el concepto de ventaja comparativa propuesto por David Ricardo y posteriormente con la ventaja competitiva desarrollada por Michael Porter.

Un país tiene ventaja comparativa en su producción con respecto a otro país si es que el costo de oportunidad en la producción de determinados bienes y servicios es menor en este país que en los otros (Krugman, 2016). Esto es lo que se llama el modelo ricardiano, que intenta explicar la importancia de la ventaja comparativa en el comercio internacional para la mejora en el bienestar de los países.

En cuanto a la ventaja competitiva, las empresas logran obtenerla a través de actos de innovación. Esto se manifiesta al percibir una nueva oportunidad en el mercado o al dedicarse a un segmento de mercado no explorado anteriormente. En los mercados internacionales, las innovaciones que producen una ventaja competitiva anticipan las necesidades nacionales y extranjeras (Porter, 1990, p. 12)

Según Michael Porter (1990) la competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Y la mejor forma de lograrlo es por medio del incremento de la productividad. Él explica que:

...tratar de explicar la «competitividad» a nivel nacional, entonces, es responder a la pregunta equivocada. Lo que debemos entender en cambio son los determinantes de la productividad y la tasa de crecimiento de la productividad. Para encontrar respuestas, debemos centrarnos no en la economía en su conjunto, sino en industrias específicas y segmentos industriales. Debemos comprender cómo y por qué se crean habilidades y tecnologías comercialmente viables, que sólo pueden comprenderse plenamente a nivel de industrias particulares. Es el resultado de miles de luchas por obtener ventajas competitivas contra rivales extranjeros en sectores e industrias particulares, en los que se crean y mejoran productos y procesos, lo que sustenta el proceso de mejora de la productividad nacional (Porter, 1990, p.9).

Es decir, que la competitividad está relacionada con diversos factores como las condiciones de un país, el conocimiento, la capacidad organizativa de las empresas, el desarrollo de competencias básicas (Vicente, 2009); sin embargo, la productividad es el factor determinante para hacer a un país competitivo.

La productividad es la cantidad de bienes y servicios producidos por cada unidad de insumo de trabajo (producción por trabajador) y es clave para determinar los estándares de vida de un país (Mankiw, 2012, p. 14). Los factores que determinan la productividad son el capital físico, la mano de obra, los recursos naturales y el conocimiento tecnológico, estos se relacionan con la función producción analizada anteriormente, pues si dividimos los factores de la función producción entre la producción por trabajador, tenemos una medida de la productividad. Con ello podemos concluir que la productividad depende del estado de la tecnología, es decir, del cambio tecnológico producido por la innovación.

En el Índice Global de Competitividad del Foro Económico Mundial, también se resalta la importancia de la productividad en la definición de competitividad nacional, ésta se define como el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país (Foro Económico Mundial, 2019, p. xiii). Para ello, en este documento se presentan doce pilares para la medición de la competitividad, divididos en cuatro grandes grupos, los cuales se pueden observar en la figura I.01.

En el primer campo se agrupan los pilares relacionados al “Ambiente del país”, es decir las condiciones necesarias que deben tener los países para ser competitivos. Se dividen en los pilares que miden la fortaleza institucional, el desarrollo y estado actual de la infraestructura del país, la capacidad de adopción de tecnologías de información y finalmente, la estabilidad macroeconómica.

El segundo grupo está relacionado con el “Capital Humano”. En este se establecen dos pilares: la salud, que mide la calidad de vida de la población por medio del indicador de esperanza de vida y las habilidades de los trabajadores, medido por la media de número años de educación de la población.

El tercer agrupamiento de pilares son los que tienen que ver con los “Mercados”, aquí se tocan el mercado de productos, por medio de mediciones de la competencia interna y la apertura comercial, el mercado laboral, con los indicadores de flexibilidad laboral e incentivos, el sistema financiero, por medio de la medición de su estabilidad y sofisticación y, por último, el tamaño de mercado, por el indicador del Producto Bruto Interno (PBI) y las importaciones de productos y servicios.

Finalmente, el último grupo es el que mide el “Ecosistema de Innovación”, se divide en dos subconjuntos de indicadores: Por un lado, los que miden el dinamismo de los negocios, por medio de las facilidades para el nacimiento de una empresa y la cultura empresarial para el crecimiento de empresas innovativas; y, por otro lado, los que miden la capacidad de innovación, es decir, la diversidad e interacción de las empresas por medio de la colaboración interinstitucional y la investigación y desarrollo (I+D).

Figura I.01

Pilares para medir la competitividad nacional del Índice Global de Competitividad 2019 del Foro Económico Mundial



Fuente: (Foro Económico Mundial, 2019)

Se puede hacer la conexión entre los conceptos de competitividad, productividad y el cambio tecnológico debido a la innovación. Al fin de cuentas, la competitividad se basa en los atributos y cualidades de una economía que permiten un uso más eficiente de los factores de producción (Foro Económico Mundial, 2019, p. 2). Es decir, ser más productivo, por medio del progreso tecnológico debido a la innovación.

1.4. Ecosistema de Innovación

Para definir el concepto de Ecosistema de Innovación, primero se necesita entender el significado de “ecosistema”. Luego, veremos la conexión entre este concepto con la definición antes planteada de innovación tecnológica para tener un marco claro de lo que se entiende en conjunto de estos conceptos.

Los ecosistemas son la unidad básica de estudio en el campo de la ecología, que es la ciencia que estudia los seres vivos, como plantas, animales, microorganismos y seres humanos que conviven entre sí (Escobar et al., 2017, p. 2). En este sentido, Odum (1973) hace hincapié en que los ecosistemas son la unidad básica de estudio que incluye tanto los organismos y su relación en el medio ambiente en el que viven (Escobar et al., 2017, p. 2).

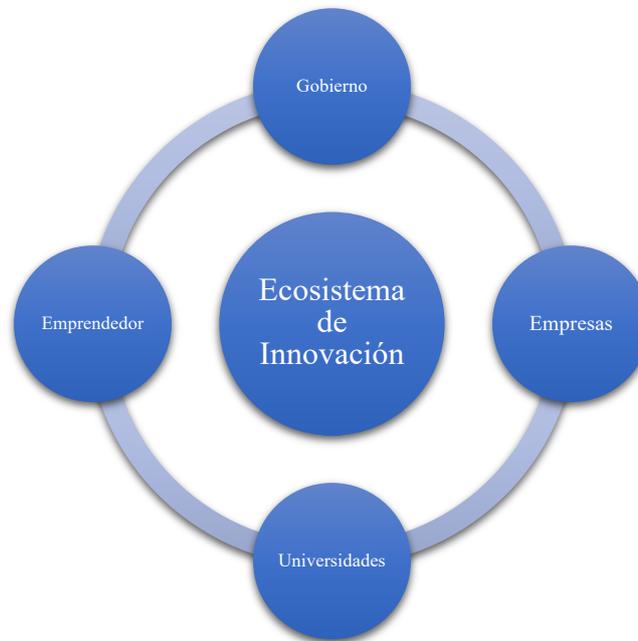
Para llevar la definición de ecosistema a un campo más general, se podría definir como un sistema en el que se interrelacionan diversos elementos, cada uno con un flujo o ciclo de vida particular, que conviven en el marco de un medio o hábitat común y cada uno de estos componentes es necesario para la supervivencia del conjunto.

En los últimos años, el concepto de ecosistema se ha llevado al campo de los negocios y de la estrategia empresarial (Granstrand & Holgersson, 2018, p. 1). Es aquí en donde el concepto de innovación tecnológica entra en juego como herramienta en la mejora de la competitividad, como se ha visto anteriormente.

Los conceptos de ecosistema y de innovación han sido interrelacionados y utilizados como un nuevo concepto, conocido como “ecosistema de innovación”. Un ecosistema de innovación es el conjunto de actores, actividades en evolución, y las instituciones y relaciones (incluidas las relaciones complementarias y sustitutivas) que son importantes para el desempeño innovador de un actor o una población de actores (Granstrand & Holgersson, 2018, p. 2). En el gráfico I.01, se pueden observar los actores involucrados en el Ecosistema de Innovación.

Gráfico I.01

Principales actores en el Ecosistema de Innovación



Fuente: (Granstrand & Holgersson, 2018)

Elaboración: Propia

1.5. Diplomacia científica

El mundo de hoy enfrenta nuevos retos globales muchas de cuyas soluciones se encuentran en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación (Gobierno de España, 2016, p. 17). En este contexto, tal como señalamos a lo hora de definir lo que es un “ecosistema de innovación”, son muchos los actores que participan para fomentar un ambiente propicio para el desarrollo tecnológico de la industria con el fin de contribuir al crecimiento económico.

La Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI en adelante), tiene un peso creciente en varios ámbitos de la sociedad, y uno de esos ámbitos es el de las relaciones exteriores. Un país puede utilizar como herramienta del llamado *soft power* o poder blando a su desarrollo tecnológico y capacidad de innovación. Para la *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) la cooperación en ciencia tiene el potencial de ser una de las herramientas

más poderosas y eficaces de poder blando que pueden favorecer a la diplomacia por medio del fortalecimiento de las relaciones bilaterales (Echeandía, 2014, p. 15).

Según el Informe sobre Diplomacia Científica, Tecnológica y de Innovación del Gobierno de España (2016, p. 3), esta disciplina adquiere hoy más importancia que nunca. El estudio señala cinco objetivos. El primero es el de resolver los objetivos más urgentes de la globalización, como lo son el cambio climático, las pandemias, los desastres naturales, la proliferación nuclear o la seguridad cibernética, apoyándose en la ciencia y la innovación.

El segundo objetivo es el de lograr el desarrollo sostenible a largo plazo, conforme con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el 2030 de las Naciones Unidas. Para ello, la ciencia y la innovación resultan esenciales para combatir y resolver los grandes problemas globales que enfrentamos como la seguridad alimentaria, el acceso a agua potable, la salud de la población y el acceso a energía.

La tercera meta es la colaboración y concertación de relaciones internacionales. El desarrollo de la CTI en un país ofrece la oportunidad de trabajar en concertación con otros países en nuevos proyectos o participando en investigaciones. Según este informe, en ocasiones, es la cooperación científica la que sirve de canal de comunicación cuando las relaciones diplomáticas están bloqueadas.

El penúltimo objetivo es el de ejercer la diplomacia científica como herramienta de poder blando y de marca país como uno de los elementos más actuales y reconocidos de la diplomacia pública, es decir, la forma en que la CTI le otorga a un país una percepción de poder relativa.

Finalmente, el último objetivo es asegurar un marco favorable para la competitividad de las empresas y su liderazgo en el campo de la innovación tecnológica, por medio del uso de recursos y la cooperación en investigación y desarrollo (I+D) con diferentes socios alrededor del mundo.

En un inicio, el concepto de Diplomacia Científica reunía tres pilares, resumidos en la figura I.02. Estos eran Science in diplomacy (Ciencia en la diplomacia), Diplomacy for science (Diplomacia para la ciencia) y, finalmente, Science for diplomacy (Ciencia para la diplomacia); sin embargo, esta definición basada en estos pilares, funciona para el ambiente académico y teórico, mas no cuando se llevan a la práctica (Gluckman et al., 2018, p. 2).

Figura I.02

Pilares de la Diplomacia científica



Fuente: Gluckman et al., 2018

Elaboración: Propia

Un enfoque que se base en el por qué un país debería invertir esfuerzos y recursos en la diplomacia científica y la ciencia internacional podría ser la base para un marco más útil de la diplomacia científica. Este marco alternativo prevé tres nuevas categorías para la diplomacia científica (Gluckman et al., 2018):

- Acciones diseñadas en las necesidades nacionales de un país.
- Acciones diseñadas para abordar los intereses transfronterizos.
- Acciones diseñadas principalmente para satisfacer las necesidades y desafíos globales.

Con ello, podemos englobar un marco con mayor alcance de lo que significa Diplomacia Científica. Esta se podría definir como una herramienta de soft power de un país que le permite por medio del fortalecimiento de su sistema de CTI; vía el reconocimiento de las necesidades e intereses nacionales, la cooperación internacional en materia científica y tecnológica y el establecimiento de acciones para abordar sus necesidades e intereses nacionales y globales; el impulso de sus relaciones internacionales para posicionar su imagen y proyectar su interés nacional.

1.6. Cuarta Revolución Industrial

A lo largo de la historia de la humanidad, el ser humano ha conseguido la transformación en su modo de vida, es decir el cambio en su entorno económico y social por medio del progreso técnico y el desarrollo tecnológico. Estas transformaciones se están dando cada vez más rápido y con un impacto global. Estos hitos de transformación económica, social, tecnológica y cultural son las que se han denominado revoluciones industriales.

La primera revolución industrial se dio en el siglo XVIII, principalmente en Gran Bretaña, la potencia hegemónica de la época. Básicamente, esta revolución se basó en el desarrollo de la industria textil, el cambio en la matriz energética hacia el vapor para el aumento de la producción industrial y el desarrollo de nuevos medios de transporte como el ferrocarril. Todo ello, diseñó una nueva cadena productiva, que modificó el modo de vida en muchas ciudades y catapultó a Gran Bretaña como la gran potencia industrial (Chaves, 2004, p. 96).

La segunda revolución industrial se desarrolló entre finales del siglo XIX e inicios del siglo XX. En este periodo, las transformaciones sociales y económicas debido al progreso tecnológico fueron incluso mayores. Se modificó la matriz energética con el uso de la electricidad y el petróleo. Aparecieron nuevos medios de transporte con la invención del automóvil y el avión. Finalmente, todo ello contribuyó a lo que se consideró la primera globalización y el cambio en el liderazgo global de Gran Bretaña a Estados Unidos (Bilbao & Lanza, 2010, p. 247).

La tercera revolución industrial, término planteado por Jeremy Rifkin (1995), en su libro *El fin del trabajo*, es una nueva etapa de transformación tecnológica, que se dio desde los años sesenta del siglo XX hasta el fin de este. Comprende la transición hacia fuentes de energías renovables, la aparición del internet y los medios digitales, el desarrollo de transporte con el uso de nuevas fuentes de energía renovable e innovaciones en formas más eficientes de usar los recursos energéticos. Esto sumado a la globalización y el avance del comercio internacional que promueve la expansión de las oportunidades brindadas por el avance tecnológico.

Como se planteó anteriormente, estas grandes transformaciones cada vez se dan en intervalos más cortos de tiempo. Debido al último gran proceso de cambio ocurrido al inicio del siglo XXI es que nace el concepto de *cuarta revolución industrial*, planteado por Klaus Schwab en el 2016. Iniciada a principios del siglo XXI este tiene como característica la convergencia de los medios digitales, los sistemas ciber-físicos (internet de las cosas e inteligencia artificial) y el campo de las ciencias biológicas como la nanotecnología en un sinfín de aplicaciones que se integran para potenciar los alcances del ser humano (Schwab, 2016, p. 13).

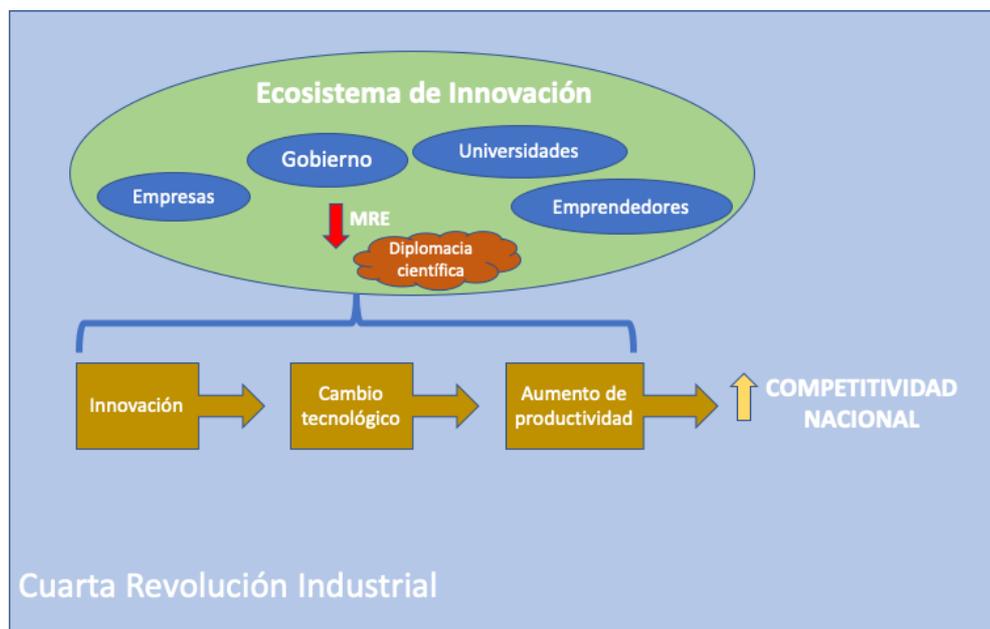
La cuarta revolución industrial permite la armonización e integración de diversas disciplinas y descubrimientos en distintos campos que han permitido innovaciones tangibles, es decir ideas que se han llevado a la práctica, fruto de esta interdependencia tecnológica (Schwab, 2016, p. 15). Todo ello ha beneficiado y ha hecho posible el aumento del bienestar y calidad de vida de la población a lo largo del mundo; sin embargo, también es cierto que esta nueva revolución también trae consigo algunos problemas y retos, como el incremento de la brecha de la desigualdad y la concentración de la riqueza.

La desigualdad y la concentración desproporcionada de la riqueza son dos de los retos que plantea la cuarta revolución industrial, es por ello por lo que es necesario el traslado del conocimiento y la democratización de la información para que cada vez mayor cantidad de países tengan posibilidades de innovar y mejorar su productividad para ser cada vez más competitivos.

Finalmente, con el concepto de cuarta revolución industrial se cierra el marco conceptual que era el objetivo de esta primera parte del capítulo para posteriormente pasar al marco teórico. En la figura I.03 se explica la interrelación de estos conceptos antes mencionados y su utilidad para el propósito de la investigación.

Figura I.03

Interrelacionamiento de conceptos



Elaboración: Propia

La innovación tecnológica es el medio por el cual se puede lograr el cambio tecnológico, variable fundamental para el incremento de la productividad de la producción que a su vez es el factor más importante para que un país sea considerado competitivo, para ello distintos actores dentro del país deben colaborar para tener un ambiente de innovación propicio, el llamado ecosistema de innovación. Dentro de este último, el sector de relaciones exteriores, por medio de la aplicación de la diplomacia científica contribuye para que el país pueda competir con el resto de países en medio de esta era de disrupción tecnológica de la cuarta revolución industrial.

2. Teorías Económicas sobre innovación y crecimiento económico

En esta segunda parte del capítulo se describirán las principales teorías de innovación y los principales modelos que explican el proceso de innovación tecnológica. En el apartado previo se definieron los conceptos para un mayor entendimiento de la relación entre innovación tecnológica y productividad para incrementar la competitividad nacional en el marco de la cuarta revolución industrial. Ahora se entrará más a detalle para describir los modelos teóricos de innovación tecnológica y explicar cómo funcionan según los paradigmas tecnológicos y se señala una forma de clasificarlos según sus características.

Los primeros enfoques que se describen son los ligados a la teoría darwiniana de la evolución de las especies, pero en el marco de la teoría económica, en este bloque está el enfoque neo-schumpeteriano y el evolucionista. Luego, se estudiará el modelo cíclico del cambio tecnológico, que busca enmarcar a este como un proceso de perfeccionamiento continuo con un conjunto de fases necesarias que se debe atravesar. Se explicará posteriormente lo que son los paradigmas tecnológicos y su utilidad para la resolución de problemas.

Finalmente, se explicarán los principales modelos que describen los procesos de innovación tecnológica: el modelo lineal, el modelo de innovación en cadena y el modelo interactivo, y se presentará la clasificación propuesta por Rothwell para los modelos de innovación tecnológica y así poder esquematizar lo planteado previamente y visualizar de forma gráfica la evolución de los enfoques respecto al proceso de cambio tecnológico debido a la innovación.

2.1. Enfoques neo-schumpeteriano y evolucionista

Es preciso diferenciar entre el enfoque o economía evolucionista y el enfoque neoschumpeteriano. El primer enfoque es aquel que toma en cuenta los principios darwinianos sobre evolución de las especies y busca su aplicación dentro de las ciencias sociales. Mientras que el segundo es el estudio y discusión de temas como la tecnología y los regímenes tecnológicos, desde la perspectiva dinámica de cambio económico sugerido por Schumpeter (Turriago, 2014, p. 36).

En el caso de la teoría evolucionista aplicada a la innovación, esta trata de explicar el desarrollo y progreso de la tecnología de una industria, es decir, se basa en el proceso y los cambios a lo largo de este (Iwai, 2000, p.3). Para las teorías evolucionistas, la variación es una condición necesaria para la mejora; sin embargo, se necesitan también otros dos aspectos de todo proceso de selección natural: el primero, que puedan transmitirse estos cambios, es decir la capacidad de heredarse, y el segundo, que las instituciones desarrollen estructuras apropiadas para asimilar estos cambios, es decir, que puedan adaptarse (Turriago, 2014, p.37).

Los últimos estudios acerca de la teoría evolucionista y la innovación son de Richard Nelson y Sidney Winter, que introducen la noción de rutinas como regla esencial del comportamiento. Ellos sostienen que las aproximaciones evolucionistas son más adecuadas para explicar el funcionamiento de la realidad económica basado en la productividad (Nelson & Winter, 1977, p.3).

El enfoque neoschumpeteriano centra su análisis en los procesos innovadores y las diferencias estratégicas relacionadas con la innovación. En consecuencia, el desarrollo económico está relacionado con la introducción de innovaciones y los diferentes comportamientos de empresas competidoras. Es aquí donde se relaciona con el enfoque evolutivo, pues se utiliza el análisis evolutivo para examinar los procesos dinámicos que provocan transformaciones en las economías como consecuencia de la implementación de innovaciones (Fernández, 2015, p.81).

Esta teoría también considera los aspectos institucionales como factores que inciden en la innovación. Es decir, los sistemas de innovación en donde operan las empresas, que considera factores del sector específico, las leyes, las capacidades de las empresas, el personal calificado, las instituciones tecnológicas y además características globales como consecuencia de la internacionalización de las empresas. Se distinguen dentro de este enfoque seis tipos de estrategias innovadoras: ofensivas, defensivas, imitativas, dependientes, oportunistas y tradicionales. Cada una de las cuales refleja una forma distinta de aproximarse a la innovación (Fernández, 2015, p.83).

Ambos enfoques coinciden en la noción de procesos de mercado. Para Schumpeter, la explicación de la dinámica de los mercados es fundamental en su análisis sobre el funcionamiento del sistema capitalista. En las teorías económicas neoclásicas, se pone como supuesto que el mercado es el mecanismo de asignación de los recursos escasos que garantiza el equilibrio del sistema económico; sin embargo, desde la perspectiva schumpeteriana, los mercados se constituyen en el espacio donde se presentan los cambios radicales que empujan a las empresas a innovar y a la economía a crecer y mejorar sus fortalezas estructurales (Turriago, 2014, p.36).

2.2. Modelo cíclico de cambio tecnológico

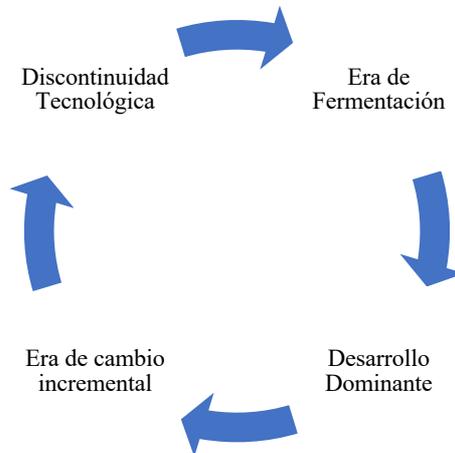
Anderson y Tushman (1990) proponen un Modelo evolutivo o cíclico del cambio tecnológico, en el que un avance tecnológico, o discontinuidad, inicia una era de intensa variación técnica y selección, que culmina en un diseño dominante único. Para ello se debe comprender que una discontinuidad tecnológica es una ruptura drástica en los procesos tecnológicos debido a nuevos procesos de producción que mejoran la productividad.

...se identifica una discontinuidad tecnológica cuando una innovación avanza la frontera del rendimiento a lo largo del parámetro de interés por una cantidad significativa y lo hace por cambiar el diseño del producto o proceso, en lugar de simplemente ampliando la escala de los diseños existentes (Anderson & Tushman, 1990, p. 620)

El modelo, mostrado en el gráfico I.02, explica que los procesos productivos de una industria alcanzan una segunda etapa de fermentación, partiendo de una discontinuidad tecnológica, por medio de una serie de innovaciones incrementales, las cuales mejoran la tecnología inicial, para pasar luego a una tercera etapa que desemboca en un desarrollo dominante, el cual perdurará en el mercado, siendo mejorado esporádicamente por innovaciones incrementales, hasta que de nuevo se presente una discontinuidad tecnológica, tanto de la tecnología como de los productos y procesos obtenidos (Anderson & Tushman, 1990, p. 606-618).

Gráfico I.02

Modelo cíclico de cambio tecnológico



Fuente: (Anderson & Tushman, 1990)

Elaboración: Propia

Este modelo cíclico parte de una discontinuidad tecnológica debido al ingreso de tecnologías que mejoran la productividad de un proceso o sistema, la consecuencia de esto es la entrada en una fase de fermentación, en donde las presiones y la competencia entre las empresas de una industria permite las innovaciones y el desarrollo de una variedad de productos posibles, del cual surge el desarrollo dominante, moldeado por las exigencias del mercado y la competencia en la fase de fermentación. Este desarrollo dominante, va sufriendo cambios incrementales o mejoras hasta que finalmente vuelva a surgir la discontinuidad tecnológica y empiece nuevamente el ciclo descrito.

2.3. Los paradigmas tecnológicos

El concepto de paradigma, según lo explica Kuhn citado por Olivé, es el conjunto de creencias, valores, técnicas y demás compartidos por los miembros de una comunidad. Por otro lado, también considera a las soluciones concretas que, usadas como modelos o ejemplos, pueden sustituir el *statu quo* para la solución de los problemas existentes de la ciencia (2013, pp.142-143).

...Este autor [Kuhn] argumenta que la gran mayoría de las ciencias se estructuran con el claro propósito de resolver problemas, siguiendo para este efecto la utilización de una serie de conceptos básicos y comúnmente aceptados por la comunidad científica del momento, a los que él llama paradigmas (Turriago, 2014, p. 45).

Según Marín (2007, p.38-40) los paradigmas tienen una serie de características, de las cuales las más importantes son:

- No es posible invalidar ni verificar empíricamente. El paradigma es un marco interpretativo exonerado de señalar como verdadero o falso.
- Es exclusivo y excluyente; es decir, que las ideas, enunciados y datos que no estén de acuerdo con su marco de referencia no son reconocidos por el paradigma.
- Es inconsciente o supra consciente, es decir, se internaliza y no permite ver otras posibilidades.
- Es un administrador invisible, no existe más que en sus manifestaciones.
- Crea la evidencia, ocultándose a sí mismo, pues los fenómenos como consecuencia de los paradigmas se creen que están regidos por los hechos y la verdad y no por el paradigma.
- Es invulnerable, esta característica es relativa pues las innovaciones tecnológicas, pueden modificar los paradigmas vigentes.
- Son inconmensurables y no comparables entre sí, pues las teorías científicas no tienen un efecto lineal o acumulativo, no se puede medir uno con relación a otro.
- Determinan una visión sobre algún tema. Solo bajo un cambio profundo en las circunstancias nos hacen ver como estaba plantado una creencia o un modo particular de ver las cosas.

Los cambios en los paradigmas se pueden explicar como un proceso en tres etapas, tal como lo describe Turriago (2014, p.53) citando a Barker (1995), en la primera fase del desarrollo de un paradigma la cantidad de problemas resueltos no es considerable; en la segunda fase, se descubre que el paradigma en cuestión tiene la capacidad de resolver los problemas a los que se enfrentan, por lo que se resuelve una mayor cantidad de ellos; finalmente, en la tercera fase del paradigma, se disminuye la frecuencia de la resolución de los problemas. Si bien es cierto que los nuevos paradigmas pueden surgir en cualquiera de estas fases, su utilidad se hará más evidente y necesaria en la última fase.

2.4. Modelos sobre el proceso de innovación tecnológica

Existen diversos modelos y teorías que tratan de explicar y describir el proceso de innovación. Pues además de la definición del concepto de innovación, se tiene el interés de describir y analizar sobre este proceso para tener una idea más clara de su funcionalidad y de su papel en el cambio tecnológico para la mejora de la productividad. En este punto, se van a describir tres modelos de innovación tecnológica planteados por Turriago (2014) y que pretenden explicar estos procesos: el modelo lineal, la innovación en cadena y finalmente el modelo interactivo.

Los primeros modelos de innovación se centraron en el aporte de la investigación básica y la investigación aplicada para el desarrollo de nuevos productos, que tuvieron como consecuencia el apoyo de los gobiernos a centros de investigación y la creación de nuevas industrias tecnológicas. Luego, se ponderaron factores de mercado como claves para el proceso de innovación en los que se pasó de un modelo lineal a cada vez sistemas más complejos, con el involucramiento de nuevos actores en el proceso (Fonseca-Retana et al., 2016, p. 111) Finalmente, se han ido agregando más variables al modelo para poder determinar con mayor precisión las características esenciales del proceso de innovación.

2.4.1. El modelo de innovación lineal

Este modelo, mostrado en el gráfico I.03, describe la innovación como una secuencia de etapas que propone a la investigación básica, es decir la fuente de los descubrimientos científicos, como el punto inicial para el posterior desarrollo de las innovaciones hasta llegar a la colocación de los nuevos productos a los consumidores finales (Fonseca-Retana et al., 2016, p. 111).

Fue un modelo ampliamente aceptado a mediados del siglo XX debido a las características del mercado, que era considerado un receptor pasivo según Rothwell (1992) citado por Turriago (2014, p.48). Fue de gran ayuda principalmente en las actividades macro del proceso de innovación; sin embargo, fue motivo de críticas ya que no necesariamente las

innovaciones nacen de una investigación básica ni son todas innovaciones radicales, además de mostrar a la innovación como lineal en vez de como un proceso interactivo y dinámico (Fonseca-Retana et al., 2016, p. 111). El factor de impulso para la innovación en este modelo es el llamado *technology push*, es decir, que el empuje viene de lo tecnológico (Turriago, 2014, p.48).

Gráfico I.03

Representación del modelo lineal de innovación



Elaboración: Propia

2.4.2. Modelo de innovación en cadena

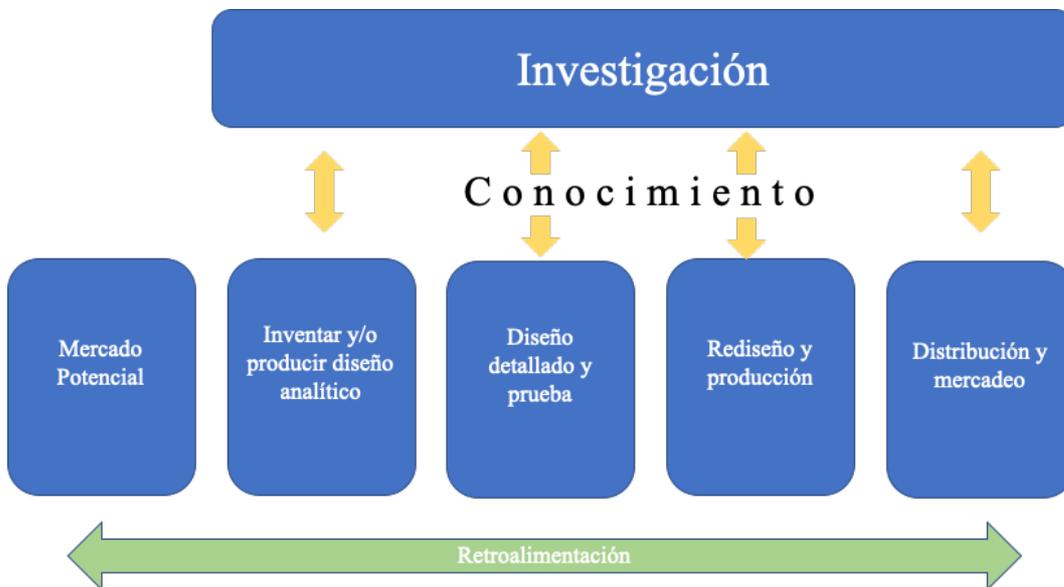
Kline y Rosemberg (1986) propusieron otro modelo llamado *chain-linked model* (CLM) que pertenece a una visión sinóptica llamada “sistemismo”, esta concibe un sistema como una entidad que describe de forma simplificada una serie de fenómenos en particular (Micaëlli et al., 2014, p.2).

En este modelo, como se muestra en el gráfico I.04, se conceptualiza la innovación en función de la interacción entre las oportunidades de mercado, el conocimiento y la tecnología de las empresas. De acuerdo con la OCDE (1992), citado por Turriago (2014, p. 49) este modelo considera las siguientes funciones:

1. Estrategias de productos e identificación de oportunidades de mercado.
2. Desarrollos analíticos y de ingeniería.
3. Producción e ingeniería.
4. Marketing y distribución.

Gráfico I.04

Representación de modelo de innovación en cadena



Fuente: (Micaëlli et al., 2014)

Elaboración propia

Kline y Rosenberg describen a los sistemas de innovación como la asociación de un "mercado potencial" esperado por los empresarios, un conjunto de actividades especializadas que tienen lugar en el ámbito empresarial (diseño, producción, distribución, etc.) o en instituciones públicas (investigación), y un stock accesible de conocimiento. Las actividades, que forman la llamada cadena de innovación, están representadas por bloques que se pueden abrir para detallar su contenido. Algunos de ellos representan actividades especializadas (investigación, diseño, producción, etc.), mientras que el "conocimiento" es un elemento integrador (Micaëlli et al., 2014, p. 5).

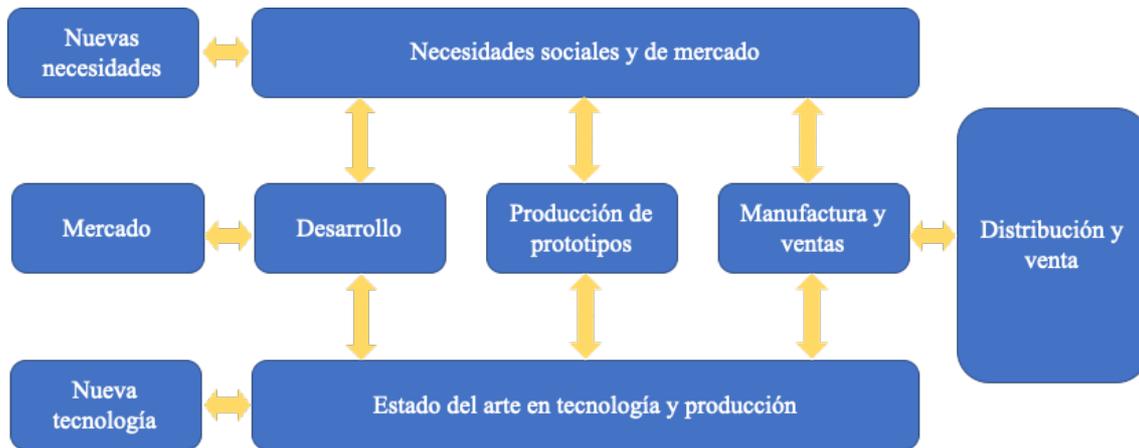
2.4.3. Modelo interactivo

Este modelo que se muestra en el gráfico I.05, también llamado modelo mixto, se describe como una compleja red de comunicación, tanto de forma intraorganizacional como extraorganizacional, que vincula entre sí las funciones tanto de las empresas como del mercado y de la comunidad científica y tecnológica. Según Rothwell y Zegveld (1985) citados por Turriago el proceso de innovación tecnológica representa la confluencia de las

capacidades tecnológicas y las necesidades del mercado dentro de la estructura de la empresa innovadora (2014, p. 53).

Gráfico I.05

Representación de modelo interactivo de innovación



Fuente: Turriago, 2014, p.59

Elaboración: Propia

Según Manley (2002, p.2) los procesos de innovación interactiva se encuentran en el corazón del éxito en las nuevas circunstancias económicas y los modelos interactivos están fuertemente respaldados por evidencia empírica y también son intuitivamente atractivos. En este enfoque de la innovación destaca la interrelación entre instituciones y el proceso interactivo a través del cual se crea, difunde y aplica el conocimiento. Con ello se resalta la importancia de las condiciones, regulaciones y políticas en las que el mercado opera y el rol del Estado en el seguimiento y en el establecimiento de las reglas de juego (OCDE & EUROSTAT, 2005, p.35).

2.5. La clasificación de Rothwell

Para poder esquematizar los distintos modelos y enfoques respecto al proceso de innovación, Rothwell (1992) clasificó el desarrollo y complejidad de estos en cinco generaciones, que se pueden resumir en la tabla I.01. Esta clasificación indica que la perspectiva de los procesos

de investigación y desarrollo e innovación (I+D+i) está en constante evolución y se adapta a los distintos cambios en la tecnología, los métodos de producción y el mercado, y que el uso de nuevos factores para la gestión de estos procesos puede ser una fuente de ventaja competitiva (Fajardo & Robledo, 2012, p. 14).

Tabla I.01

Clasificación de modelos de innovación propuesta por Rothwell

| Clasificación de Rothwell | Características de modelos |
|---------------------------|--|
| Primera generación | Modelos simples de secuencia lineal, centrados en lo tecnológico, con énfasis en I&D. El mercado es receptor de innovaciones. |
| Segunda generación | Procesos lineales con énfasis en los mercados. Estos son la fuente de ideas para orientar y organizar el I&D, que tiene un papel decisivo en el modelo. |
| Tercera generación | Modelos secuenciales, pero con mucha retroalimentación en donde resaltan combinaciones factores tecnológicos y de mercado. Hay un mayor énfasis en la integración entre I&D y el marketing. |
| Cuarta generación | Modelos que le dan mayor importancia a la conformación de grupos de trabajo, a la comunicación horizontal y a un fuerte vínculo con los proveedores y compradores. El I&D está relacionado con los procesos de producción. |
| | Modelos de redes de comunicación que trabajan con grupos de expertos, simulan los procesos de I&D, mantienen vínculos estrechos de comunicación con los |

| | |
|--------------------------|--|
| Quinta generación | <p>clientes. Se trata de modelos que plantean estrategias centradas en los clientes, reclaman integración estratégica con clientes y proveedores e incluyen co-desarrollo de productos. Enfatizan la flexibilidad de las estructuras administrativas y se concentran en los incrementos de control de calidad y en factores que mejoren la competitividad.</p> |
|--------------------------|--|

Fuente: Turriago, 2014

Elaboración: Propia

3. Las relaciones internacionales y la CTI

La ciencia, tecnología e innovación (CTI) y las relaciones internacionales se afectan la una a la otra y viceversa, de una forma tan amplia que estas interacciones deberían ser consideradas parte de una subdisciplina de las relaciones internacionales (Weiss, 2005, p. 295). Esta relevancia entre ambas es evidente y se está expandiendo, desde las relaciones entre los estados, al cambio en el balance de poder entre los estado-nación y en la conformación de bloques regionales y globales e incluso hasta la interrelación entre el Estado y el mercado (Krige & Barth, 2006, p. 1).

El uso de la CTI como una herramienta de poder estatal no es algo nuevo, se remonta a los inicios del forjamiento de grandes imperios coloniales, en donde la consolidación de estos iba de la mano con la ganancia de conocimientos técnicos de los pueblos de los nuevos territorios. Ya por el fin de la segunda guerra mundial, la comunidad científica era vista como un activo estratégico nacional. Debido a esto, en los años sesenta se estableció como un indicador de la fortaleza de un país, bajo la iniciativa de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), medir el gasto en investigación y desarrollo con respecto al Producto Bruto Interno, así como el número de científicos e ingenieros disponibles para agenda de desarrollo de los Estados (Krige & Barth, 2006, p.2).

Recientemente, los países en desarrollo han descubierto el valor de la CTI para consolidarse en el escenario internacional y mejorar su proyección y relevancia para las discusiones de política internacional contemporánea. Los países buscan ser más estratégicos y utilizan el progreso científico como herramienta que les da la posibilidad de incrementar el comercio y promover intereses diplomáticos más amplios, así como buscar la cooperación en CTI para su desarrollo económico y social (Gluckman et al., 2018, p. 5).

En la actualidad, con las tensiones políticas y culturales que se viven alrededor del mundo y los efectos de la globalización, la diplomacia convencional, el poder militar y la coerción económica han perdido su posición de dominio total en las relaciones internacionales. El llamado poder inteligente (smart power), que es el uso del poder duro y el poder blando según las circunstancias, ha cobrado relevancia mediante una herramienta como la diplomacia científica en el escenario internacional (Flink & Schreiterer, 2010, p. 666).

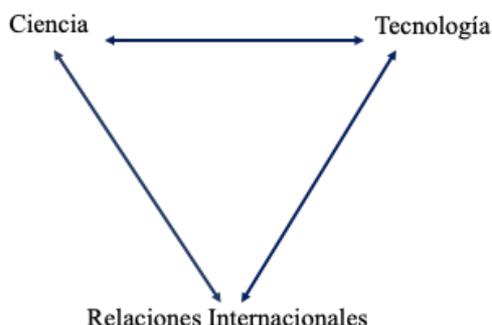
A continuación, se va a evaluar la interrelación existente entre la CTI y las relaciones internacionales, y la manera de cómo es que los distintos actores internacionales como Estados, Organizaciones Internacionales y la sociedad civil se afectan e impactan entre sí moldeando el funcionamiento y la operación del orden internacional. Finalmente, se describirán algunos ejemplos concretos de la aplicación de la CTI en la política exterior de ciertos Estados.

3.1. Efectos de la CTI en las relaciones internacionales

Para describir la interrelación e interdependencia entre la CTI y las relaciones internacionales de forma simplificada, Charles Weiss (2005) diseñó un esquema triangular, ver figura I.0.5, en donde la ciencia, la tecnología y las relaciones internacionales representan cada uno de los vértices del triángulo, y las relaciones entre ellos se representan por los lados del triángulo, bajo la forma de flechas en doble sentido para proyectar que los efectos son en ambos sentidos.

Figura I.05

Relación triangular de Weiss



Fuente: (Weiss, 2005)

En una primera relación, el incremento del conocimiento científico, aplicado para cuestiones prácticas puede llevar a avances de tecnología como por ejemplo el descubrimiento y estudio de los rayos X y el estudio de isótopos radiactivos llevaron a la creación de los primeros centros radiológicos para el tratamiento de enfermedades. En el caso inverso, la tecnología también influye en el avance de la ciencia, al ofrecer nuevos medios para la observación y la medición, como el caso del telescopio Hubble que permite nuevos estudios y avances para el entendimiento del universo (Weiss, 2005, p. 298).

El impacto de la ciencia en las relaciones internacionales se manifiesta de dos maneras. En primer lugar, es que el nuevo conocimiento científico sobre el mundo natural pone de manifiesto nuevos fenómenos, que pueden poner nuevas políticas en la agenda internacional, como es en el caso del cambio climático o la energía nuclear. En segundo lugar, la cooperación científica, la competencia y la comunicación puede afectar las relaciones internacionales, por ejemplo, cuando acuerdos de cooperación científica actúan como el primer paso para lograr relaciones bilaterales más amplias entre Estados (Weiss, 2005, p. 298).

La tecnología también impacta en las relaciones internacionales de muchas maneras, Weiss (2005) afirma que la innovación tecnológica permite a la sociedad desarrollar nuevas políticas e ideas, como por ejemplo el desarrollo de armas nucleares cambió la naturaleza del conflicto y la geopolítica. Segundo, las relaciones internacionales son afectadas por la

capacidad de manejo de la tecnología y desarrollar innovación tecnológica, que es un factor determinante de poder político y económico.

En el caso inverso, las relaciones internacionales también afectan a la ciencia y la tecnología, según el autor, de cuatro maneras, la primera es que la opinión pública afecta la fortaleza y el financiamiento de los avances tecnológicos. La segunda es que los objetivos de política exterior afectan directamente las prioridades nacionales y la agenda en la investigación científica y tecnológica. Tercero, las relaciones entre los países repercuten en el traslado de científicos e ingenieros, su capacidad de comunicación y de tener acceso a investigaciones (Weiss, 2005, p. 299).

Todos estos cambios repercuten en el orden internacional y se pueden resumir en cuatro aspectos según Weiss (2005). Primero el cambio en la operación de los procesos, especialmente entre los actores del sistema internacional (pequeñas y grandes potencias, actores estatales y no estatales y organismos multilaterales) que son influidos por el cambio tecnológico y necesitan responder con mayor rapidez y con mayor complejidad que muchas veces borra el límite entre lo doméstico y lo internacional. Segundo, afecta la sustancia de las relaciones internacionales, es decir, crea nuevas áreas, nuevas problemáticas, que conllevan a sopesar nuevas variables y que cambia el dominio y alcance de la teoría de los diferentes paradigmas de las relaciones internacionales.

Tercero, cambia la arquitectura del orden internacional, por medio de cambiar la distribución de poder entre los Estados. La CTI contribuye a cambiar el balance de poder por un lado y por otro el de las organizaciones internacionales, las empresas y otros actores no estatales. Las innovaciones han cambiado las relaciones bilaterales y multilaterales (Weiss, 2005, p. 303):

- Reordenando las jerarquías de poder militar.
- Reordenando las jerarquías de poder económico.
- Redefiniendo las relaciones económicas internacionales.
- Creando y resolviendo problemas internacionales.
- Creando nuevas herramientas para la cooperación internacional.

- Creando nuevas estructuras para la cooperación y la competencia.

Finalmente, afecta la información y las percepciones en las que el orden internacional está basado, por medio de los medios de comunicación en masa, que alteran las percepciones de las relaciones de poder, identidades, normas, intereses y el estado de las relaciones bilaterales y su capacidad de generar publicidad a ejemplos de cooperación científica y tecnológica entre Estados.

3.2. Casos prácticos en países

Se pueden ver ejemplos en la práctica de la interrelación entre la CTI y las relaciones internacionales en algunos casos en los cuales la ciencia y la tecnología están presentes en la formulación de la política exterior de un Estado. Específicamente, cuando los países utilizan la diplomacia científica como herramienta de poder blando para reforzar sus capacidades tecnológicas y de innovación por medio de la cooperación internacional y la reorientación de sus objetivos estratégicos.

A continuación, se detallan algunos ejemplos de países en donde se visualiza esta interconexión entre CTI y relaciones internacionales expresada en su política exterior. Se toma el ejemplo de países con programas consolidados en diplomacia científica como Estados Unidos, Suiza, Alemania y Japón.

3.2.1. Estados Unidos

En este país existe una gran cantidad de departamentos del gobierno, agencias de investigación, y organizaciones privadas que trabajan en el ámbito de CTI. La coordinación de todas ellas y la formulación de las políticas en CTI están asignados a la Casa Blanca al no haber lo equivalente a un Ministerio o Secretaría de Ciencia. Este enfoque funciona bien cuando se quieren alcanzar metas específicas pero no es la mejor configuración para perseguir los objetivos de política exterior ya que cada agencia o departamento tiene sus propias prioridades (Flink & Schreiterer, 2010, p. 674).

Una de las formas en que cada una de estas agencias y departamentos aplican esto a través de la cooperación científica por medio de una variedad de acuerdos, desde colaboraciones

entre científicos y cooperación entre instituciones de investigación hasta acuerdos formales entre agencias (Dolan, 2012, p. 2).

Según Dolan (2012) existen cuatro motivaciones de Estados Unidos para firmar estos acuerdos. La primera es para transformar las relaciones diplomáticas, es decir, sus intenciones para construir puentes usando la ciencia como herramienta de la diplomacia. Un acuerdo en CTI puede sentar las bases para la cooperación en áreas vitales para conectar sociedades y beneficiar a las personas, como en salud pública, educación, sanidad y protección ambiental.

La segunda motivación es la de promover la diplomacia pública, al promocionar un número de tópicos beneficiosos por medio de la atención de la prensa al firmar un acuerdo, como investigaciones científicas, iniciativas en educación o esfuerzos para el crecimiento económico basado en la innovación. Esto es ponderable en una relación bilateral estable como entre este país y Alemania, que quiere atraer talento estadounidense a sus institutos de investigación; o también puede fomentar compromisos con países en desarrollo para alcanzar los objetivos de política exterior a través de campañas de diplomacia pública centradas en la cooperación en CTI (Dolan, 2012, p. 3).

Las últimas dos son la de resaltar la cooperación durante las visitas diplomáticas, pues les ofrece a los diplomáticos una manera de hablar en su lenguaje, para hablar de cooperación en prioridades de interés nacional como nanotecnología, vigilancia de enfermedades y energía renovable; y la de proteger la seguridad nacional de los Estados Unidos, que indica que este gobierno considera a la ciencia como un activo estratégico para la seguridad nacional y usa el CTI como herramienta para construir relaciones para beneficios a largo plazo o mitigar los conflictos internacionales (Dolan, 2012, p. 4).

3.2.2. Suiza

El caso de Suiza es el de un enfoque de la diplomacia científica conducido por la innovación que se centra en el acceso y las oportunidades en áreas temáticas y geográficas estratégicas. Una vez identificadas las prioridades estratégicas y las regiones a las que se dirigirá los

recursos, el gobierno lanzó un programa marco para el apoyo a actividades de investigación y desarrollo internacional que incluye financiamiento por un periodo de cuatro años. Este mecanismo se divide en un brazo legal y otro ejecutor, el primero es responsabilidad de la conferencia de rectores de universidades, la Fundación Nacional de Ciencia suiza (SNF) y la Agencia de promoción a la innovación; el segundo está a cargo de las universidades por medio de su gestión de programas individuales (Flink & Schreiterer, 2010, p. 671).

Asimismo, este país tiene una red de diplomacia científica para la cooperación bilateral en CTI en veinticinco sedes en diecinueve países. Las áreas primordiales son de educación, investigación e innovación, en las cuales se ven involucrados diecinueve consejeros científicos en los países de destino y seis anexos consulares de Swissnex, que es una red de puestos de ciencia y tecnología para conectar a este país con los distintos centros de innovación a nivel global. Cada asesor científico o local de Swissnex está afiliado a una embajada suiza o consulado. Dentro de la representación diplomática cooperan con las oficinas comerciales como Suiza Global Enterprise, Pro Helvetia y otros socios en el país (Schlegel, 2014, p. 4).

Los asesores científicos suelen ser diplomáticos de carrera, totalmente integrados a la embajada. Alrededor de un tercio de ellos trabajan a tiempo completo y su función es anticipar y analizar los desarrollos de políticas relacionados con la CTI y buscar oportunidades de cooperación. Por otro lado, Swissnex funciona como una pequeña empresa, incluso se cambió el título de director a CEO en el 2003 para reforzar su espíritu emprendedor. Este puesto tiene estatus diplomático, pero no son diplomáticos de carrera. Como asociación público-privada, según el acuerdo de servicio de cuatro años obtiene fondos del gobierno para infraestructura y personal esenciales. El financiamiento de terceros cubre dos tercios del presupuesto y el resto es de socios, donantes y patrocinadores (Schlegel, 2014, p. 5).

La red de diplomacia científica está a cargo de la Secretaría de Estado de Educación, Investigación e Innovación que está dentro del Departamento Federal de Asuntos Económicos, Educación e Investigación, y es responsable de la estrategia, los objetivos y el financiamiento de la mano con el Departamento Federal de Asuntos Exteriores, así como de

la integración de la red de embajadas y consulados en el país anfitrión. Ambos departamentos forman un sistema complejo cooperante, que permite métodos de trabajo creativos y flexibles (Schlegel, 2014, p. 6).

3.2.3. España

En España, la interconexión entre CTI y relaciones internacionales por medio de la diplomacia científica no es algo nuevo. En los años ochenta se creó el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) que fue concebido para establecer una red de científicos en América Latina y España; sin embargo, aparte de este organismo, se vio la necesidad de formar una red de diplomáticos científicos para construirse alrededor de comunidades de científicos españoles en el extranjero, que permitiría a España ampliar la presencia de ciencia en la agenda de política exterior. Además, fomentaría la cooperación en desafíos que deben abordarse desde una perspectiva internacional como las enfermedades emergentes, el cambio climático y la seguridad alimentaria (Elorza et al., 2017, p. 2).

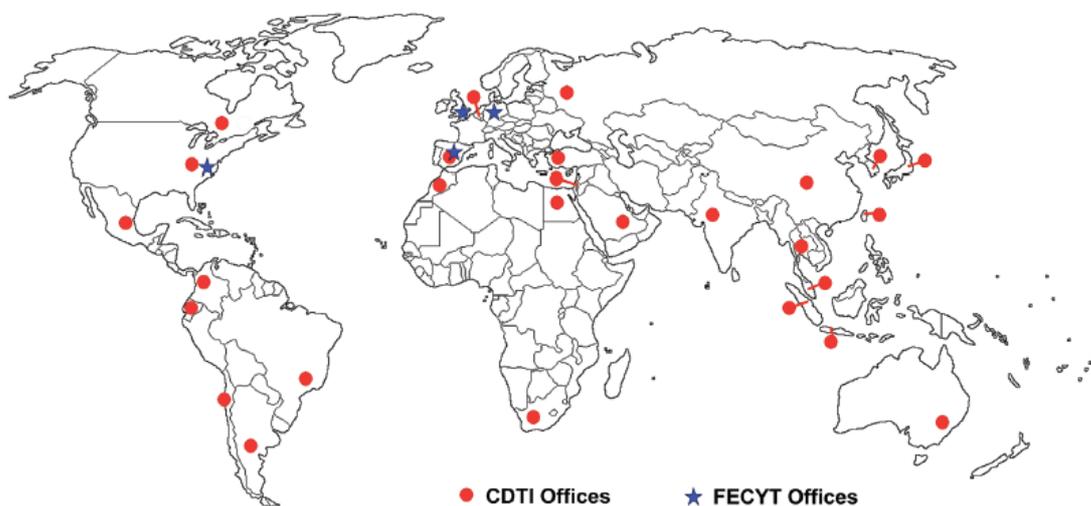
La red de asociaciones científicas serviría como poder blando útil para la diplomacia y proveedor de orientación científica desde otros países y contribuiría a mantener a los investigadores españoles del exterior involucrados en el Ecosistema nacional español de ciencia e innovación; sin embargo, interconectar con estas redes requiere del establecimiento de canales institucionales apropiados. En los últimos años, España ha desarrollado una fuerte colaboración interinstitucional enlazando todos los actores interesados en el Ministerio de Asuntos Exteriores y cooperación y la Secretaría de Estado para la investigación, desarrollo e innovación (SEIDI), de la cual han surgido dos instituciones públicas que han tomado el liderazgo en el desarrollo de la red diplomático-científica: El Centro de Desarrollo de Tecnología Industrial (CDTI) y la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) (Elorza et al., 2017, p. 2).

Ambas instituciones tienen roles complementarios, el CDTI fomenta el desarrollo tecnológico e innovación de empresas españolas mediante la retransmisión de solicitudes de financiamiento y apoyo de estas empresas y ayudando a mejorar sus capacidades

tecnológicas. Todo ello mediante una red extranjera, con presencia en veintiocho países. Por otro lado, el FECYT, proporciona experiencia en política científica y comunicación con el objetivo de promover la ciencia y la innovación. Hace por lanzó su primera “Red de Diplomacia Científica” para el intercambio de información científica entre países con representación diplomática en España y ha enviado coordinadores científicos a embajadas estratégicas para el desarrollo de agendas comunes (Elorza et al., 2017, p. 3).

Figura I.06

Red de oficinas de la Secretaría de Estado para la Investigación, Desarrollo e Innovación (SEIDI)



Fuente: (Elorza et al., 2017)

3.2.4. India

En el caso de la India, su política exterior toma en cuenta retos globales como el cambio climático, armas de destrucción masiva, ciberseguridad, salud, energía y espacio exterior. Es por ello que el embajador Bhaskar Balakrishnan (2019) plantea que la coordinación entre la comunidad científica y los formuladores de políticas públicas es fundamental.

Dentro del Ministerio de Ciencia y Tecnología se encuentra el Departamento de Ciencia y Tecnología que cuenta con la división de Cooperación Internacional en CTI. Esta tiene la

responsabilidad de negociar, concluir e implementar acuerdos de CTI entre la India y otros países, así como gestionar intervenciones de este país en foros internacionales. Todo ello lo lleva a cabo en estrecha consulta con el Ministerio de Asuntos Exteriores y sus misiones en el exterior y con partes interesadas como instituciones científicas, tecnológicas y académicas, agencias gubernamentales interesadas del país.

Esta cooperación se realiza en dos niveles: de forma bilateral y de forma multilateral o regional. Actualmente este país tiene acuerdos bilaterales de cooperación en CTI con 83 países y una cooperación activa con 44 países. Específicamente se ha fortalecido la cooperación con Australia, Canadá, la Unión Europea, Francia, Alemania, Israel, Japón, Rusia, Reino Unido y Estados Unidos, pero también se ha trabajado para incrementar la cooperación con países africanos en CTI.

Recientemente el Departamento soporta tres centros de ciencia y tecnología binacionales, que son entidades independientes establecidas bajo acuerdos bilaterales intergubernamentales con Francia (Centro para la Promoción de Investigaciones Avanzadas Indo-francesa), Estados Unidos (Foro de Ciencia y Tecnología Indo-EE. UU.) y Alemania (Centro de Ciencia y Tecnología Indo-alemán).

3.2.5. Brasil

En los años cincuenta, se crearon las primeras instituciones dedicadas a la cooperación científica por medio de alianzas con Estados Unidos, Francia y Alemania. Las principales son el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) y el Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Actualmente el marco que orienta las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación en el país es la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ENCTI 2016-2022) de responsabilidad del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Gobierno de Brasil, n.d.-a).

Por otro lado, el Ministerio de Relaciones Exteriores de Brasil tiene 54 sectores especializados en ciencia, tecnología e innovación en sus oficinas de servicio exterior

(embajadas y consulados) y oficinas regionales en Brasil. Estos actúan en búsqueda de oportunidades de cooperación y para proyectar las fortalezas del sistema brasileño de CTI (Gobierno de Brasil, n.d.-c) .

En la actualidad Brasil ha firmado más de 40 acuerdos bilaterales de cooperación en CTI y busca tratar estos temas dentro de los mecanismos y foros regionales y multilaterales en los que participa. Además, Itamaraty busca asociarse a los esfuerzos de transformación de la economía brasileña y el fomentar su competitividad, es por ello que, busca aplicar la diplomacia en la innovación. Esto consiste en el conjunto de acciones de los gobiernos para promover la internacionalización de sus sistemas de innovación, para contribuir al incremento del empleo calificado y la mejora de la competitividad del país por medio de su inserción en las cadenas productivas globales (Gobierno de Brasil, n.d.-a).

Existen también acciones conjuntas entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Ministerio de Relaciones Exteriores. En diciembre del 2017, se dictó una orden interministerial para definir pautas para la implementación de acciones entre ambos, que consistiría en instituir una Comisión de Coordinación de Ciencia, Tecnología e Innovación en el ámbito de Itamaraty y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación como órgano asesor. Las principales funciones de esta Comisión son de apoyar la implementación de la red diplomática brasileña en CTI y proponer acciones a esta basadas en un trabajo anual coordinado por la Comisión (Gobierno de Brasil, n.d.-b).

3.2.6. Chile

Si bien en Chile no se ha desarrollado una política específica con respecto a diplomacia científica, si se pueden ver esfuerzos del gobierno por el fortalecimiento del sistema de innovación y la cooperación internacional en materia de CTI. Para ello existe desde el año 2018 el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación que se encarga de la formulación, coordinación e implementación de políticas de CTI para el desarrollo sostenible del país (Gobierno de Chile, n.d.)

Desde el lado del Ministerio de Relaciones Exteriores, dentro de los objetivos de Política Exterior están los referidos a la diplomacia en el área de ciencia y tecnología, que está comandada por la Dirección de Energía, Ciencia, y Tecnología e Innovación (DECYTI) que tiene la función de ente facilitador para la vinculación de las políticas del país en CTI con la política exterior, a través de la búsqueda de alianzas estratégicas con diversos países, organismos y actores a nivel bilateral y multilateral, con el propósito de complementar sus capacidades nacionales en el ámbito de CTI (Gobierno de Chile, n.d.).

Dentro de los planes estratégicos impulsados por la cancillería chilena, se buscan estas alianzas a largo plazo que incorporen al gobierno, sector privado, académico y no gubernamental. En la actualidad existen cuatro planes estratégicos vigentes. El Plan Estratégico Chile-California, El Plan Estratégico Chile-Massachusetts, Plan Estratégico Chile-Washington State y el Plan Estratégico Chile-Sao Paulo.

El primero inició en la década del sesenta, y se centra en la cooperación en desastres naturales (incendios y terremotos), conservación marina y terrestre, agua, energías renovables, eficiencia energética y cambio climático. A la par de este plan se creó una fundación sin fines de lucro llamada el Consejo Chile-California (CCC), ubicada en San Francisco, a cargo de un director ejecutivo y miembros del gobierno y privados (Gobierno de Chile, n.d.).

El segundo, el Plan Estratégico Chile-Massachusetts fue establecido en el año 2011 y se enfoca en ciencias de la vida, biotecnología y energía. Para ello se creó también una entidad sin fines de lucro llamada “Chile Massachusetts Alliance Inc.” En la que se desarrollan diversos programas de colaboración como el ChileMass Tech Bridge, que facilita la creación de alianzas y financiamiento de proyectos conjuntos en áreas prioritarias. El plan está a cargo de una Directora Ejecutiva y la sede está en la ciudad de Boston (Gobierno de Chile, n.d.).

El Plan Estratégico Chile-Washington State, firmado en el 2015, promueve el desarrollo en Big Data, Astronomía y Cambio Climático y es coordinado desde la Embajada de Chile en Washington D.C. Finalmente, el Plan Estratégico Chile-Sao Paulo, formalizado en 2017, se

enfoca en CTI, turismo y comercio. Las coordinaciones están a cargo de la Embajada de Chile en Brasil (Gobierno de Chile, n.d.).

CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN EN EL PERÚ

En este capítulo se hace un diagnóstico de la situación actual del ecosistema de innovación en el país. Primero se analizan los resultados del Perú en el campo de la innovación tecnológica en el Índice de Competitividad Global del Foro Económico mundial. Luego, se señalan las principales políticas para el fortalecimiento a la innovación en el país y, finalmente, se describe el rol del Ministerio de Relaciones Exteriores en el ecosistema de innovación.

En el análisis del desempeño del Perú en el Índice Global de Competitividad del Foro Económico Mundial se enfocó en los pilares del reporte que están relacionados con la innovación tecnológica, que son los pilares once y doce. En cada uno de ellos se explicaron los indicadores utilizados por el estudio y se hizo una comparación de los resultados del Perú con respecto a sus pares latinoamericanos.

En el caso de las principales políticas del Estado peruano en favor de la innovación tecnológica, primero se describe el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINACYT) y la labor de su ente rector el CONCYTEC. Posteriormente, se explican los alcances del Plan Nacional de CTI 2006-2021 y el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030 en lo que respecta a la innovación tecnológica.

Finalmente, se describe el rol del Ministerio de Relaciones Exteriores en el ecosistema de innovación peruano, por medio de las acciones desarrolladas por la Dirección de Ciencia y Tecnología dentro de la Dirección General de Asuntos Económicos y el Grupo de Trabajo de la Cuarta Revolución Industrial.

1. Medición de la innovación tecnológica del Perú en el Índice de Competitividad Global del Foro Económico Mundial

Como se explicó previamente, el Índice de Competitividad Global es una herramienta muy útil para el análisis de los factores que inciden en la competitividad de un país, por medio de un mapeo de indicadores que conducen a la productividad, el crecimiento económico y el desarrollo humano en la era de la cuarta revolución industrial (Foro Económico Mundial, 2019).

Este reporte es el producto de un agregado de 103 indicadores individuales de data recolectada de organizaciones internacionales especializadas y de encuestas de opinión ejecutiva del Foro Económico Mundial, organizados en doce pilares de los cuales, los dos analizados en esta investigación están relacionados al ecosistema de innovación. Estos son: Dinamismo de negocios (Pilar once) y Capacidad de innovación (Pilar doce).

La performance de un país en el resultado global de este índice y en cada uno de sus componentes es registrado en una escala de 0 – 100, donde 100 representa el máximo o la frontera, un estado ideal donde lo medido deja de ser una restricción para el crecimiento de la productividad. Es así como la meta de los países es estar cerca de esta frontera en cada componente medido, en especial los países menos desarrollados pues la mayor productividad está asociada al crecimiento económico, que a la vez es crítica para expandir la educación, la salud, la nutrición y la calidad de vida en la población (Foro Económico Mundial, 2019).

En el caso del Perú, se ubica en la posición 65 del reporte de un total de 141 países, habiendo caído dos posiciones respecto al índice del año 2018. Si nos comparamos en la región de América Latina, ocupamos la quinta posición, siendo Chile el mejor ubicado (puesto 33 a nivel global), seguido por México (48), Uruguay (54), Colombia (57) y Costa Rica (62). Sin embargo, en lo que respecta estrictamente al ecosistema de innovación, es decir, los pilares 11 y 12, el Perú no tiene un buen desempeño, ubicándonos en el puesto 97 en Dinamismo de negocios y 90 en Capacidad de Innovación.

Esto quiere decir, que son otros los factores que han mejorado nuestro resultado global de competitividad, como la estabilidad macroeconómica mostrada por la responsabilidad fiscal del Perú en los últimos años; sin embargo, esto no es suficiente. Según el Foro Económico Mundial, en la próxima década será fundamental encontrar un equilibrio entre la integración de las tecnologías y las inversiones en capital humano para mejorar la productividad, fomentar la creatividad y gestionar la innovación (Foro Económico Mundial, 2019).

A continuación, se analizan con mayor detalle los pilares mencionados relacionados con el ecosistema de innovación. Para un mejor diagnóstico, en los siguientes gráficos y tablas se considerarán a los diez países de la región sudamericana y a México, como un país integrante de la Alianza del Pacífico y referente para el Perú en materia de ciencia y tecnología.

1.1. Resultados en el Pilar 11: Dinamismo de negocios

El Pilar 11, mostrado en el gráfico II.01, analiza el dinamismo de los negocios en el país, es decir el ambiente propicio y las facilidades para empezar un negocio, como el marco regulatorio, los costos incurridos para comenzar una empresa, el tiempo promedio para empezar el negocio. También mide la cultura empresarial, en esta se analiza la actitud hacia el riesgo que deben tomar los emprendedores, la voluntad para delegar autoridad en una autorización y el crecimiento de compañías innovadoras y de ideas disruptivas.

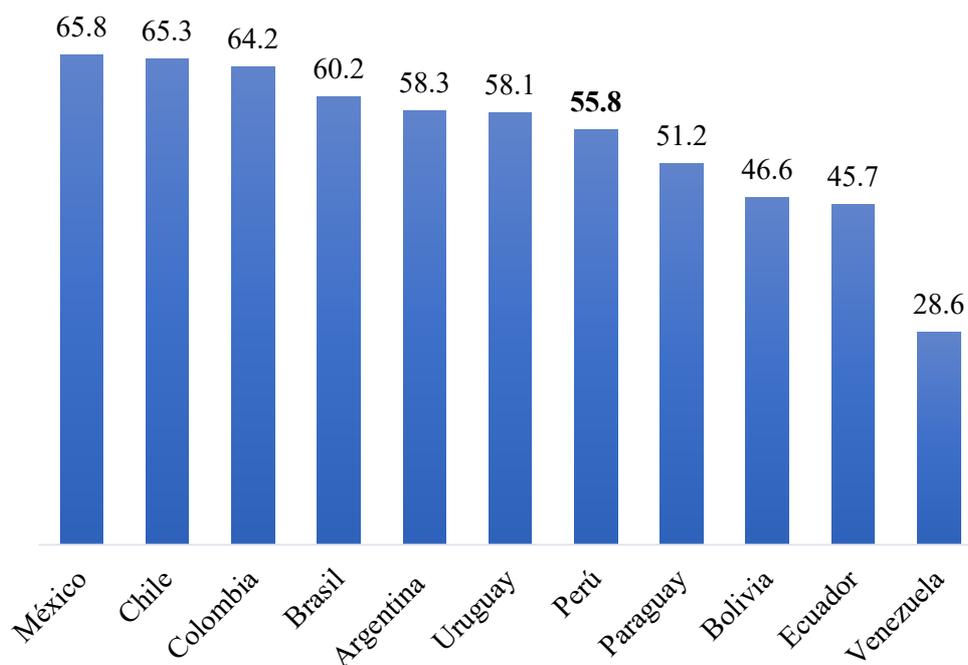
Es decir, en este pilar se trata de analizar el ambiente de negocios dentro del país, para ver las facilidades que tienen las empresas y startups para empezar un negocio y la disposición que tienen respecto a ideas innovadoras. En este caso el Perú no tiene un muy buen desempeño, ubicándose en el séptimo lugar de Sudamérica, solo por encima de Paraguay, Bolivia y Venezuela.

Para un análisis más detallado a lo que respecta principalmente al ecosistema de innovación, se debe analizar los indicadores del subconjunto de la Cultura Empresarial y dejar de lado el subconjunto de indicadores de requisitos administrativos, pues esta investigación se centra en la innovación tecnológica, pero se debe precisar que los requisitos administrativos como

las facilidades para empezar un negocio y el marco regulatorio en el Perú deben ir de la mano con una cultura empresarial que promueva la innovación.

Gráfico II.01

Resultado Perú en Pilar 11: Dinamismo de Negocios



Fuente: (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

1.1.1. Cultura Empresarial

En el grupo de indicadores de Cultura Empresarial destacan dos en especial que se relacionan directamente con el ecosistema de innovación, que son el indicador de crecimiento de las compañías de innovación y el que mide el surgimiento de compañías que adoptan ideas disruptivas. En ambos los resultados del Perú son inferiores al resultado global del pilar, posicionándose en la ubicación 102 y 107 respectivamente.

Para el primer indicador, con respecto al crecimiento de las compañías de innovación en el Perú, se tomó en cuenta la respuesta a la pregunta: En su país, ¿en qué medida crecen rápidamente las nuevas empresas con ideas innovadoras?" [1 = en absoluto; 7 = en gran

medida] de la encuesta de Opinión ejecutiva del Foro Económico Mundial 2019. El resultado del Perú en la escala de 0-100 fue de 44.1, como se muestra en la tabla II.01, solo por encima de Ecuador, Venezuela y Bolivia en la región.

Tabla II.01

Resultados en indicador de Crecimiento de compañías innovadoras en la región

| Ranking Global | País | Valor (0-100) |
|-----------------------|-------------|----------------------|
| 56 | Chile | 53.00 |
| 60 | Brasil | 52.80 |
| 76 | Paraguay | 50.60 |
| 81 | México | 50.00 |
| 86 | Argentina | 48.20 |
| 87 | Colombia | 47.90 |
| 97 | Uruguay | 45.40 |
| 102 | Perú | 44.10 |
| 116 | Ecuador | 42.00 |
| 121 | Venezuela | 40.60 |
| 135 | Bolivia | 36.10 |

Fuente: (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

Para un mayor detalle con respecto a la realidad del Perú en este indicador se revisó el resultado del Perú con respecto a industrias de alta y media alta tecnología del índice global de innovación de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI) en el cual obtuvimos una puntuación de 13.4 sobre 100 (Cornell University, INSEAD, 2019). Esto mide la producción de este tipo de tecnología con respecto al porcentaje total de producción de manufacturas en el país, sobre la base de la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) de Definición de Intensidad Tecnológica (OECD, 2011).

En el caso del segundo indicador, que mide la cantidad de compañías que adoptan ideas disruptivas, se tomó en cuenta los resultados a la pregunta: En su país, ¿en qué medida las

empresas adoptan ideas de negocio arriesgadas o disruptivas?" [1 = en absoluto; 7 = en gran medida] de la encuesta de Opinión ejecutiva del Foro Económico Mundial 2019. El resultado del Perú en la escala de 0-100 fue de 39 puntos, como se muestra en la tabla II.02, por encima de países sudamericanos como Ecuador, Paraguay, Uruguay y Bolivia.

Tabla II.02

Resultados en indicador de Compañías que adoptan ideas disruptivas en la región

| Ranking Global | País | Valor (0-100) |
|-----------------------|-------------|----------------------|
| 45 | Venezuela | 49.30 |
| 56 | Brasil | 46.80 |
| 69 | Argentina | 44.30 |
| 72 | Colombia | 43.70 |
| 74 | Chile | 43.40 |
| 77 | México | 43.00 |
| 107 | Perú | 39.00 |
| 116 | Ecuador | 37.00 |
| 121 | Paraguay | 36.20 |
| 124 | Uruguay | 35.80 |
| 136 | Bolivia | 30.30 |

Fuente: (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

Ello se puede verificar con el desenvolvimiento del país en lo que respecta a resultados creativos del índice de innovación de la OMPI (Cornell University, INSEAD, 2019) en donde obtuvo una puntuación de 23.8 y se ubicó en el puesto 81 a nivel global, que refleja un pobre avance en el desarrollo de activos intangibles como marcas, diseños industriales, TICs y creación de modelos de negocios, y servicios creativos como exportación de servicios culturales, largometrajes nacionales y exportación de bienes creativos.

1.2. Resultados en el Pilar 12: Capacidad de innovación

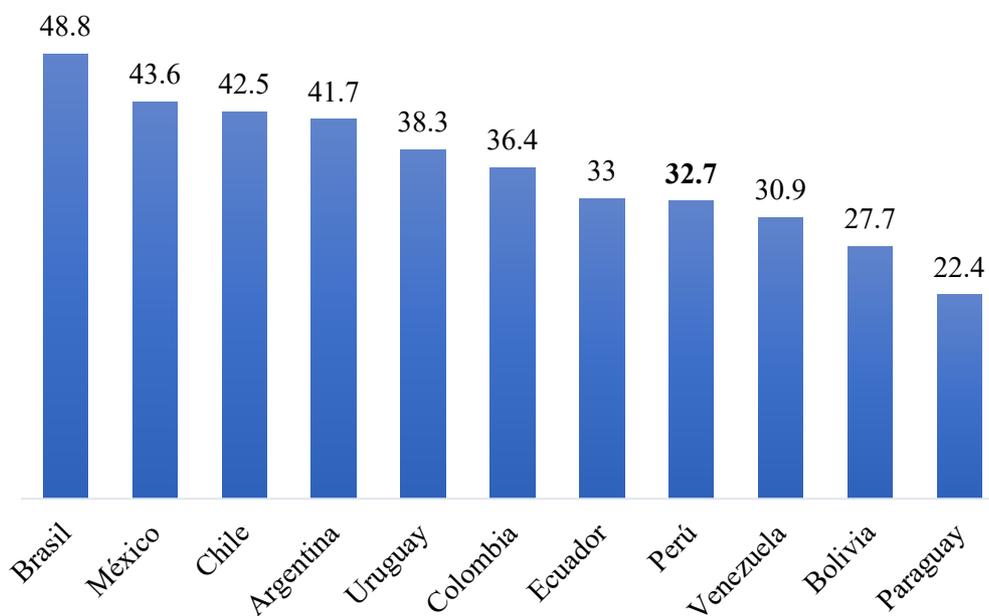
El Pilar 12 reúne los componentes referidos al corazón del ecosistema de innovación que es lo que respecta a la Capacidad de Innovación, es decir, indicadores que miden la interacción y diversidad dentro de las empresas, el desempeño en políticas en favor de la investigación y desarrollo, y finalmente, la comercialización de los bienes y servicios innovadores.

Como se muestra en el gráfico II.02, el Perú se ubica en la posición 90 en este pilar, con un resultado de 32.7 de un rango de 0 – 100, solo por encima de Venezuela, Bolivia y Paraguay en Sudamérica. Esto nos indica lo poco que se ha desarrollado en el país de políticas a favor de la innovación tecnológica y la falta de coordinación entre la esfera pública y privada para sacar adelante proyectos de ciencia, tecnología e innovación.

Para un mejor diagnóstico del estado actual del país en este pilar, es necesario analizar cada uno de sus componentes y subconjuntos de indicadores, para tener una mejor idea de las falencias y avances que se han tenido. Para esta investigación se analizará con mayor detalle los subconjuntos de interacción y diversidad y el de Investigación y Desarrollo.

Gráfico II.02

Resultado Perú en Pilar 12: Capacidad de innovación



Fuente: (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

1.2.1. Interacción y diversidad

En este subconjunto de indicadores, que se puede visualizar en la tabla II.03, se mide la interacción entre las empresas y otros actores en el entorno doméstico e internacional, además de evaluar en qué estado se encuentran de desarrollo. Específicamente, respecto a la innovación tecnológica se toman en cuenta tres indicadores: el estado del desarrollo de un clúster en un sector específico, el número de co-inversiones internacionales y la colaboración intersectorial.

Tabla II.03

Resultados en indicadores de interacción y diversidad

| Ranking | País | Valor (0-100) |
|----------------|-------------|----------------------|
| 62 | México | 41.20 |
| 76 | Brasil | 39.40 |
| 78 | Argentina | 39.20 |
| 80 | Uruguay | 38.70 |
| 82 | Chile | 38.00 |
| 87 | Colombia | 36.90 |
| 108 | Ecuador | 33.40 |
| 110 | Venezuela | 33.20 |
| 113 | Perú | 32.60 |
| 127 | Paraguay | 29.80 |
| 133 | Bolivia | 27.80 |

Fuente: (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

En el primer indicador, del estado de desarrollo del clúster, se tomó en cuenta los resultados a la pregunta: En su país, ¿qué tan extendidos están los grupos bien desarrollados y profundos (concentraciones geográficas de empresas, proveedores, productores de productos y servicios relacionados e instituciones especializadas en un campo en particular)?" [1 = inexistente; 7 = generalizado en muchos campos] de la encuesta de Opinión ejecutiva del Foro Económico Mundial 2019. El Perú tuvo una puntuación de 40.1 sobre 100, solo superando a Ecuador, Paraguay, Bolivia y Venezuela en América Latina.

En el segundo indicador, que mide el número de solicitudes de patentes con co-inventores ubicados en el extranjero por millón de habitantes, el Perú tiene una puntuación de 0.86 sobre 100, si bien es cierto, que los países sudamericanos no tienen un buen desempeño en este indicador, el Perú solo está arriba de Bolivia y Paraguay. Esto se puede apreciar en nuestros registros de propiedad intelectual y las exportaciones netas de alta tecnología que según el índice de innovación de la OMPI es una gran debilidad en el país (Cornell University, INSEAD, 2019).

En el caso del tercer indicador que es el de la colaboración intersectorial, que según el Índice del Foro Económico Mundial se puede dividir en colaboración dentro de una empresa, entre empresas y colaboración entre universidad-industria en I+D. En el global el Perú se ubica en la posición 118, con una puntuación de 36.6 de 100, solo superando a Paraguay y a Bolivia en Sudamérica.

Esto nos indica un estado muy incipiente de colaboración intersectorial en el país, que se puede apreciar más a detalle en el Índice de Innovación de la OMPI en donde al medir la colaboración entre universidad-industria en investigaciones y el estado de desarrollo de cadenas productivas, lo señala como una debilidad en el país (Cornell University, INSEAD, 2019).

1.2.2. Investigación y desarrollo

El otro subconjunto de indicadores, mostrado en la tabla II.04, son los que miden específicamente la investigación y el desarrollo, como el número de publicaciones científicas, número de solicitudes de patente, el gasto en I+D y la prominencia de institutos de investigación. En este grupo el Perú tampoco sobresale; sin embargo, está mejor posicionado que en el subconjunto anterior (puesto 88).

Tabla II.04

Resultados en indicadores de investigación y desarrollo

| Ranking | País | Valor (0-100) |
|----------------|-------------|----------------------|
| 29 | Brasil | 54.30 |
| 45 | México | 38.30 |
| 48 | Chile | 35.80 |
| 52 | Argentina | 35.30 |
| 61 | Colombia | 28.20 |
| 64 | Uruguay | 27.40 |
| 79 | Ecuador | 23.60 |
| 88 | Perú | 22.30 |
| 89 | Venezuela | 22.00 |
| 119 | Bolivia | 19.00 |
| 125 | Paraguay | 17.40 |

Fuente: (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

En el indicador del número de publicaciones científicas, el país obtiene un puntaje de 78.2 posicionándose en el puesto 56 a nivel mundial; sin embargo, esto no significa que está mucho mejor que sus pares de la región, pues solo está por encima de Venezuela, Uruguay, Ecuador, Bolivia y Paraguay.

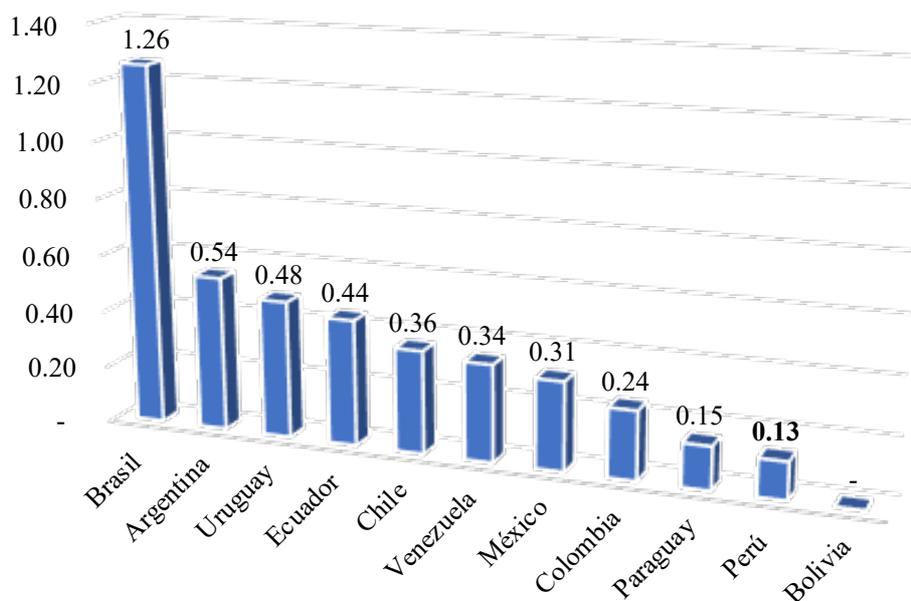
Para tener un mayor detalle de este indicador se debe tener en cuenta la fuente de la información usada por el Foro Económico Mundial, que es el universo de documentos rastreados por la base de datos Scopus, en el cual se toman en cuenta el número de artículos citados en otros artículos. Si se analiza otra fuente de información como el Índice Global de Innovación de la OMPI, este disgrega a los documentos citables y a los artículos técnicos y científicos, este último medido por el número de artículos científicos y técnicos con respecto al PBI. En este caso nos ubicamos en los últimos lugares a nivel mundial y lo declaran como una debilidad del país (Cornell University, INSEAD, 2019).

En el caso de número de solicitudes de patente y el gasto en I+D, Perú se ubica en la posición 85 y 106 respectivamente, pero en el primer caso solo por encima de Venezuela, Ecuador, Bolivia y Paraguay, mientras que en el caso de gasto en I+D con respecto a porcentaje del PBI se ubica en la penúltima posición de la región, solo por encima de Venezuela.

Este dato se puede apreciar en la data del Banco Mundial, gráfico II.03, en donde se señala que el porcentaje de PBI que el Perú destina para I+D en el 2018 fue de 0.13% mientras que países como Chile, Colombia y México, socios del Perú en la Alianza del Pacífico destinaron 0.36%, 0.24% y 0.31% respectivamente (The World Bank, 2016).

Gráfico II.03

Gasto en I+D como porcentaje de PBI



Fuente: (Banco Mundial, 2018)

Elaboración: Propia

Finalmente, en el caso de prominencia de institutos de innovación, el país se ubica en la posición 69 a nivel mundial pero solo por encima de Venezuela, Uruguay, Paraguay y Bolivia en la región. El Foro Económico mundial se basa en el ranking de instituciones de Scimago, en el cual las universidades e instituciones peruanas aparecen a partir del puesto 660 a nivel global, como se puede apreciar en la tabla II.05.

Tabla II.05

Ranking Scimago de instituciones peruanas líderes en investigación

| Rank | Global Rank | Institution | Country | Sector |
|------|-------------|---|---------|---------------|
| 1 | 660 | Universidad Peruana Cayetano Heredia | PER | Universidades |
| 1 | 660 | Ministerio de Salud | PER | Salud |
| 2 | 689 | Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas | PER | Universidades |
| 3 | 706 | Universidad Nacional Mayor de San Marcos | PER | Universidades |
| 4 | 718 | Pontificia Universidad Católica del Perú | PER | Universidades |
| 5 | 729 | Universidad de San Martín de Porres | PER | Universidades |

Fuente: (Scimago Institutions Rankings, 2019)

2. Políticas de apoyo a la innovación en el Perú

A pesar de que el Perú ha experimentado un crecimiento económico considerable en los últimos veinte años y que cuenta con los elementos necesarios para la existencia de un ecosistema de innovación o sistema nacional de innovación, esto no se ha traducido en la implementación de políticas de CTI con resultados tangibles de mejora en el desarrollo económico y social de la población peruana.

Según Díaz y Kuramoto (2011), esto se debe a que, el crecimiento económico no se ha basado en una mejora de la productividad sino en aumentos de los factores productivos y que en el sistema de innovación actual hay un divorcio entre lo normativo (los planes, políticas y leyes) y lo real, es decir, los incentivos, instrumentos y herramientas de gestión que se manejan para la creación de valor.

En el informe de la OCDE de Perspectivas en Ciencia, Tecnología e Innovación para América Latina, se señala que el Perú tiene temas que son vitales a incluir en las políticas de innovación del país. Estos son: mejorar el sistema educativo para potenciar el recurso humano en CTI ; incrementar el atractivo de las carreras científicas y de innovación, pues el financiamiento para la investigación es bajo en términos de estándares de la OCDE, y, finalmente, afrontar los retos de la globalización de la CTI y la creciente cooperación internacional para insertarnos en las cadenas globales de valor (OCDE, 2016).

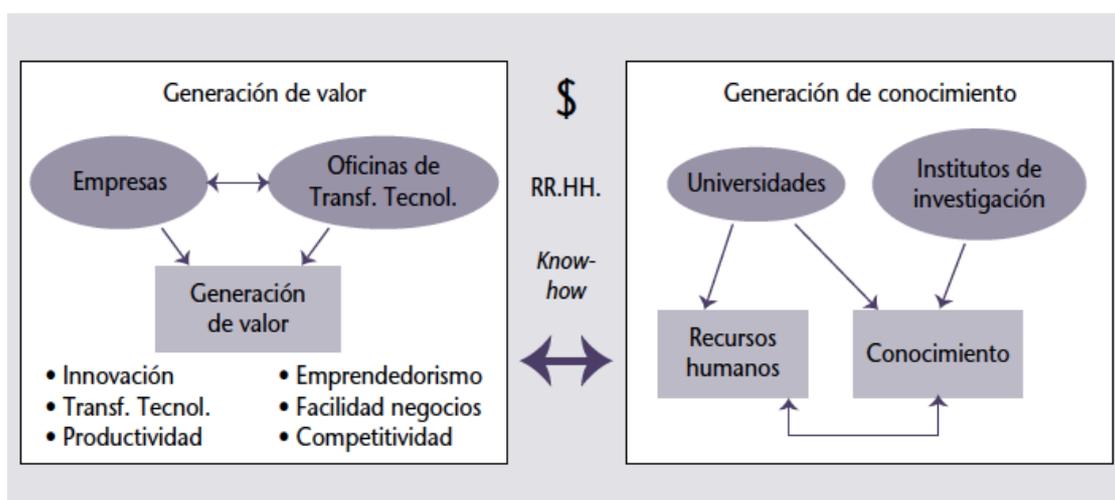
Se debe tener en cuenta que el sistema nacional de innovación se encuentra en un estado de desarrollo incipiente. Se tienen los actores y se han identificado y distribuido las funciones requeridas, pero su gestión y articulación es débil, lo que se traduce en resultados que no son los esperados (Díaz & Kuramoto, 2011, p.15).

El país cuenta con una legislación que norma el funcionamiento del sistema nacional de innovación, en donde existen planes y políticas que son el marco normativo del sistema; sin embargo, a pesar de esto aún no se cumplen completamente las funciones básicas que se tienen que cumplir. Es decir, el sistema no genera y difunde el conocimiento para transformarlo en oportunidades de generación de valor (Díaz & Kuramoto, 2011, p.16).

Esto se explica de forma gráfica en la figura II.01, en donde se hace un esquema del sistema de innovación desde un punto de vista utilitario, es decir, que este sistema debe promover la creación de conocimiento y luego dar las herramientas para facilitar de que fluya hacia las empresas para que se transforme y genere valor. En simultáneo, el sistema debe velar por que los actores que generan este conocimiento hagan un diagnóstico de las necesidades de las empresas y ofrezcan soluciones acordes.

Figura II.01

Sistema de innovación desde punto de vista utilitario



Fuente: (Díaz & Kuramoto, 2011)

En suma, es necesaria la articulación de las políticas nacionales en CTI para que se traduzcan en mejores resultados para la población. En el Perú, el sistema nacional de innovación está institucionalizado en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINACYT), cuyo ente rector es el CONCYTEC. A continuación, se describirá la actuación de estos y de las políticas en CTI vigentes en el país.

2.1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SINACYT)

El SINACYT es el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, creado por la Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación N° 28303 del congreso de la República en el año 2004 (modificada por ley N° 30806 del 2018). Esta ley lo define como el conjunto de instituciones y personas naturales del país, dedicadas a la investigación, desarrollo e innovación tecnológica (I+D+I) en ciencia y tecnología y a su promoción.

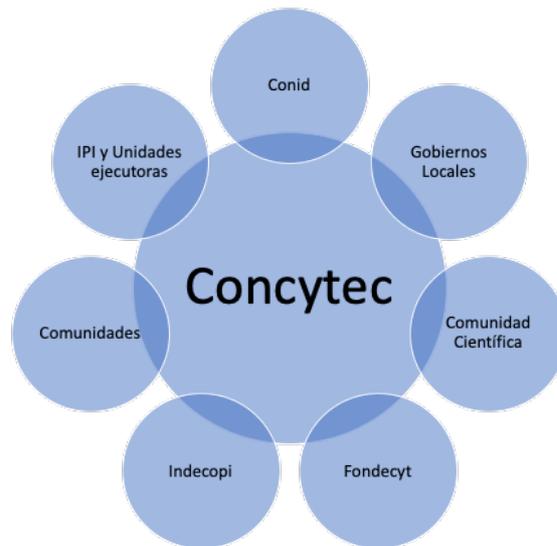
Está conformado por:

- Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONCYTEC), como organismo rector del SINACYT.
- Fondo Nacional de Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (FONDECYT), para el fomento de planes, programas y proyectos del SINACYT.
- Consejo Consultivo Nacional de Investigación y Desarrollo para la CTI, (CONID), como órgano consultivo multidisciplinario e intersectorial del SINACYT.
- Las instancias de los gobiernos regionales y locales dedicadas a las actividades de CTI en sus respectivas jurisdicciones.
- Las universidades públicas y privadas, sector empresarial, programas nacionales y especiales de CTI, instituciones e integrantes de la comunidad científica.
- El INDECOPI, para la protección y difusión de los derechos intelectuales en CTI, y el registro y difusión de las normas técnicas y metrológicas.
- Las comunidades campesinas y nativas, como espacios activos de preservación y difusión del conocimiento tradicional, cultural y folclórico del país.
- Los Institutos Públicos de Investigación (IPI).

- Todo programa o unidad ejecutora que otorgue fondos o incentivos para el desarrollo de CTI.

Gráfico II.04

Conformación del SINACYT



Fuente: (El Peruano Ley N° 30806, 2018)

Elaboración: Propia

CONCYTEC

Como se menciona en la ley marco de CTI en el Perú, el ente rector del Sistema Nacional de CTI es el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONCYTEC) que es un organismo público descentralizado adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) encargado de dirigir, fomentar, coordinar, supervisar y evaluar las acciones del Estado en los temas referidos a CTI.

Su función principal es la de articular el SINACYT por medio de normar, coordinar y dirigir a los demás organismos que conforman el sistema y formular las políticas y planes nacionales de desarrollo científico y tecnológico que vayan de la mano, por un lado, con las propuestas sectoriales, regionales e institucionales de CTI y por otro, con los planes de desarrollo económico, social y cultural del país.

En el ámbito de la cooperación internacional, en la ley marco de CTI del Perú se establece que el CONCYTEC trabaja en coordinación con el Ministerio de Economía y Finanzas y con la Agencia Peruana de Cooperación Internacional (APCI) para la formulación de un programa de cooperación técnica y financiera internacional para CTI.

Como se explicó anteriormente, las políticas y planes en CTI en el Perú son formulados por el CONCYTEC y fijan los alcances de las acciones del Estado peruano en esta materia según las políticas de Estado. Existe en el país la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación que forma parte de este conjunto de políticas de Estado y responde a una visión estratégica con respecto a la CTI, del cual se desprenden los planes y programas en la misma.

Para el caso específico de la innovación tecnológica, los principales planes en el Perú que sirven como marco general y definen los lineamientos en esta materia son: el Plan Nacional Estratégico de CTI para la Competitividad y Desarrollo Humano PNCTI 2006-2021, que se desprende de la Política Nacional en CTI previamente señalada, y el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030, que si bien no forma parte del dominio de CONCYTEC, nos sirve para tener una idea clara de la importancia de la innovación tecnológica para la mejora de la competitividad nacional.

2.2. Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano PNCTI 2006-2021

El Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación es la herramienta central para la ejecución de la Política Nacional de CTI. Tiene como base para su elaboración el establecimiento de líneas estratégicas, la fijación de prioridades y el diseño y articulación de programas nacionales, regionales y especiales propuestos por los sectores y entidades que conforman en SINACYT. Además, establece directivas vinculantes para el sector público y orientadoras para el sector privado (Concytec, 2006, p.9).

En este plan se hace primero un diagnóstico de la situación de la CTI en el país y con ello se identifican los principales problemas de esta materia, que se dividen en cuatro grupos. El

primer grupo respecto a la innovación tecnológica y la competitividad de las empresas. El segundo, respecto a la investigación científica y tecnológica; el tercero, sobre aspectos relacionados con las capacidades humanas en CTI y finalmente, el cuarto grupo referido a los problemas institucionales.

Con la identificación de los problemas principales de la CTI en el país el plan logra establecer prioridades de desarrollo científico y tecnológico por medio de criterios como el impacto económico, social y ambiental, las ventajas comparativas, condiciones institucionales favorables y la importancia estratégica del sector. Con ello, plantea un conjunto de once sectores prioritarios, que se pueden apreciar en la tabla II.06, hacia los cuales orientar los mayores esfuerzos (Concytec, 2006, p.45).

Tabla II.06

Sectores prioritarios PNCTI 2006-2021

| Sector |
|---|
| Sectores productivos prioritarios |
| Agropecuario y agroindustrial: Fibras naturales (pelo fino de camélidos y algodón), frutas, hortalizas, metabolitos de plantas y microorganismos para usos medicinales e industriales (enzimas, fermentaciones, nutraceuticos, etc.), mejoramiento genético con biotecnologías, producción orgánica, sanidad vegetal y animal, recuperación de suelos. |
| Pesca y acuicultura marina y continental: Parámetros poblacionales de especies de valor comercial, acuicultura (genética, reproducción, nutrición y sanidad), desarrollo tecnológico para transformación de recursos pesqueros. |
| Minería y metalurgia: Minerales no metálicos, nano-materiales, recuperación de metales a partir de relaves y escorias antiguas, metalurgia extractiva de metales estratégicos, desarrollo de tecnología avanzada de fundición y refinación, materiales compuestos. |
| Forestal: Semillas de especies nativas, fisiología y sanidad de especies comerciales, manejo de bosques. |
| Energía: Tecnologías de gas natural, bio-combustibles (biodiesel, alcoholes, dendrotermia), hidroenergía, eficiencia energética. |
| Telecomunicaciones: Software de comunicaciones orientadas a servicios avanzados (trabajo cooperativo, telesalud, teleeducación, gobierno electrónico, seguridad ciudadana, etc.), equipos electrónicos para aplicaciones sectoriales, TIC para gestión productiva. |
| Turismo: investigaciones histórico-arqueológicas, turismo ecológico y cultural |
| Sectores sociales y ambientales prioritarios |
| Salud: Enfermedades transmisibles (tropicales y endémicas), medicina tradicional, alimentación y nutrición, salud materno-infantil, salud ocupacional y mental. |
| Educación: Teleeducación, software educativo, software para población analfabeta, no hispano hablante o discapacitada, tecnología de instrumentos de enseñanza |
| Ambiente: Agua, prevención de desastres (deslizamiento de tierras, sequías, inundaciones, sismos, El Niño), cambio climático, tecnologías limpias, tecnologías para mitigar los impactos ambientales de las actividades minera, petrolera, industrial y urbana. |
| Vivienda y Saneamiento: Materiales y tecnologías de construcción antisísmica apropiados a la realidad regional para vivienda de clases populares y medias, gestión eficiente del agua y los desechos. |

Fuente: (Concytec, 2006)

Elaboración: Propia

Una vez identificado los sectores prioritarios, el Plan Nacional de CTI define su objetivo general para el 2021, que es la de asegurar la articulación del SINACYT para atender las demandas tecnológicas en los sectores estratégicos prioritarios para mejorar la competitividad y define las metas generales a largo plazo. Para ello define 4 objetivos, 23 estrategias y 90 líneas de acción que se pueden apreciar en el Anexo 1.

Los cuatro objetivos específicos son:

1. Promover el desarrollo y la transferencia de innovaciones tecnológicas en las empresas elevando la competitividad productiva y el valor agregado con criterio de sostenibilidad económica y ambiental.
2. Promover el uso de información de patentes de invención y modelos de utilidad.
3. Mejorar, cuantitativa y cualitativamente, las capacidades humanas en CTI, con énfasis en una formación de excelencia en el postgrado y en el ámbito técnico especializado.
4. Fortalecer, dinamizar y articular sinérgicamente la institucionalidad de la ciencia, la tecnología y la innovación, en el marco del Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico.

De la totalidad de estrategias y líneas de acción planteadas en el documento, se verá más adelante que se ha identificado un conjunto de ellas que son compatibles con las posibles acciones de la Cancillería para el fomento de la innovación tecnológica en el país y con los propios objetivos estratégicos del sector de relaciones exteriores, como se analizará más adelante.

2.3. Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030

El Plan Nacional de Competitividad y Productividad se elaboró en el contexto de la serie de desafíos estructurales que tiene el Perú que limitan su crecimiento económico (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019, p.7). Como se mencionó previamente, este crecimiento económico no vino a la par de una mejora de la productividad sino de la acumulación de factores (Díaz & Kuramoto, 2011, p. 15).

Es por ello, que se aprobó este plan por medio del Decreto Supremo N° 237-2019-EF del Ministerio de Economía y Finanzas como parte de la Política Nacional de Competitividad y Productividad. Con ello, se pretende establecer un conjunto de medidas articuladas del sector público y privado en materia de competitividad y productividad para el desarrollo del país (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019, p. 7)

Este plan consiste en 84 medidas específicas distribuidas en nueve objetivos prioritarios, como se puede apreciar en la figura II.02. En cuanto al campo de la innovación tecnológica, este se encuentra en el objetivo prioritario número tres, que señala la necesidad de generar el desarrollo de las capacidades para la innovación, adopción y transferencias tecnológicas.

Figura II.02

Los nueve objetivos prioritarios del Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030

| | |
|-------------------------------|---|
| Objetivo prioritario 1 | Dotar al país de infraestructura económica y social de calidad |
| Objetivo prioritario 2 | Fortalecer el capital humano |
| Objetivo prioritario 3 | Generar el desarrollo de las capacidades para la innovación, adopción y transferencia de mejoras tecnológicas |
| Objetivo prioritario 4 | Impulsar mecanismos de financiamiento local y externo |
| Objetivo prioritario 5 | Crear las condiciones para un mercado laboral dinámico y competitivo para la generación de empleo digno |
| Objetivo prioritario 6 | Generar las condiciones para desarrollar un ambiente de negocios productivo |
| Objetivo prioritario 7 | Facilitar las condiciones para el comercio exterior de bienes y servicios |
| Objetivo prioritario 8 | Fortalecer la institucionalidad del país |
| Objetivo prioritario 9 | Promover la sostenibilidad ambiental en la operación de actividades económicas |

Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019)

Las medidas priorizadas en este objetivo se basan en el reconocimiento de la innovación como factor determinante para el crecimiento económico a largo plazo. En este punto se buscan establecer acciones estratégicas para fortalecer la gobernanza del SINACYT para el desarrollo de capacidades y el aceleramiento de los procesos de innovación, absorción tecnológica y digitalización (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019, p. 29).

Dentro del Plan Nacional de Competitividad y Productividad (2019) se han establecido cinco lineamientos que se desagregan de este objetivo prioritario:

1. Fortalecer el entorno del ecosistema de innovación, mediante mejoras normativas; del fomento de la cultura de investigación, innovación, absorción tecnológica y digitalización y del fortalecimiento de la gobernanza y de sus actores, incluyendo los mecanismos que permitan conocer, utilizar y aprovechar los instrumentos de protección de la propiedad intelectual.
2. Asegurar la disponibilidad de capital humano especializado en innovación, absorción tecnológica y digitalización.
3. Incrementar la eficacia de la inversión pública y privada en innovación, absorción tecnológica y digitalización.
4. Acelerar los procesos de innovación, absorción tecnológica y digitalización, a través de la articulación de acciones públicas y privadas y de una revisión periódica de la combinación de políticas públicas de innovación.
5. Crear y fortalecer mecanismos que eleven el nivel de la investigación científica y el desarrollo tecnológico de las universidades, los institutos de investigación y las empresas, orientados a las demandas del mercado.

En el documento se describen y detallan siete medidas políticas en un horizonte de corto, mediano y largo plazo, correspondiente al horizonte del plan al 2030 para lograr los lineamientos establecidos y el objetivo prioritario 3. Este detalle se puede apreciar en el Anexo 2. Con motivos de esta investigación, se centrará en las medidas en las cuales la Cancillería peruana tiene la posibilidad de generar acciones para el logro del objetivo. Estas medidas se detallarán más adelante.

2.4. Innóvate Perú

Este programa del Ministerio de la Producción fue creado en el 2014 mediante el Decreto Supremo N° 003-2014-PRODUCE con el nombre de Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad con el propósito de impulsar la innovación para la mejora de la competitividad y productividad de las empresas peruanas y buscar con ello el desarrollo del país.

Tiene tres objetivos específicos (Presidencia de la República, 2014, p. 2):

- El incrementar la innovación en los procesos productivos empresariales.
- Impulsar el emprendimiento en materia de innovación.
- Facilitar el acceso de tecnologías a las empresas locales.

Básicamente este programa promueve la generación de proyectos de innovación que sean posible de aplicar en las empresas peruanas, de una forma de que sean más productivas y puedan competir en el mercado internacional. Esto se logra por medio de la asignación de fondos como los FINCyT (Programas de Ciencia y Tecnología), FIDECOM (Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad), FOMITEC (Fondo Marco para la Innovación, Ciencia y Tecnología y el Fondo MIPYME).

La adjudicación de estos fondos se da por medio de concursos de alcance nacional, en todos los sectores de la actividad productiva, y son cofinanciados entre el programa y alguna institución del exterior. Como ejemplo, el FINCyt III, que se da entre Innovate Perú y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para la financiación y ejecución de un proyecto de mejora de la innovación productiva.

3. Rol del Ministerio de Relaciones Exteriores para apoyar al Sistema Nacional de Innovación.

Como se puede apreciar en el punto sobre el SINACYT, según la ley de creación de este sistema, el Ministerio de Relaciones Exteriores no pertenece a él; sin embargo, tal como se explicó en el primer capítulo al definir un ecosistema de innovación, que es un ente más amplio y natural, aquí si cohabitan un mayor número de actores que contribuyen al fortalecimiento de la innovación.

El Ministerio de Relaciones Exteriores es un actor importante e imprescindible para el desarrollo de la CTI en el país con el uso de la diplomacia científica como herramienta en la política exterior. Esto es esencial pues la Cancillería es el nexo principal entre las instituciones peruanas con instituciones del exterior líderes en ciencia e innovación.

Esta importancia del sector de Relaciones Exteriores para promover el desarrollo de la CTI en el país se ve reflejado en dos de sus objetivos estratégicos señalados en el Plan Estratégico Sectorial Multianual – PESEM 2015-2021 y en el Plan Estratégico Institucional – PEI 2020-2022.

Para llevar a cabo esta tarea, el Ministerio ha encargado a la Dirección de Ciencia y Tecnología (DCT) que forma parte de la Dirección General de Asuntos Económicos (DAE) para el desarrollo de las acciones para cumplir estos objetivos en materia de ciencia e innovación y contribuir con ello al desarrollo social y económico del país.

3.1. Plan Estratégico Sectorial Multianual – Relaciones Exteriores 2015-2021

Este Plan surgió como parte de la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública, en la cual uno de sus pilares era la necesidad del planeamiento estratégico en el Estado Peruano bajo el liderazgo del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN). Esta entidad implementó un plan estratégico nacional en todos los ámbitos de la gestión pública del cual el sector de Relaciones Exteriores fue de los primeros en comenzar el proceso de planeamiento estratégico en el 2014 (Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú, 2015, p. 7)

El resultado fue este documento en el cual, luego de un proceso de análisis de tendencias, se determinaron cuatro grandes objetivos estratégicos del sector para el horizonte de análisis que corresponden al periodo que va del año 2015 hasta el 2021, como se puede observar en la figura II.03. Cada uno de los objetivos presenta acciones estratégicas como medio para cumplir con los objetivos y cada acción se presenta con indicadores para que se pueda medir el desempeño en cada una.

Figura II.03

Objetivos Estratégicos del PESEM 2015-2021



Fuente: (Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú, 2015)

Elaboración: Propia

Para el caso específico de la innovación tecnológica y su impacto en la mejora de la competitividad nacional está enmarcado en el objetivo estratégico número dos. Este es el de contribuir al fortalecimiento de la competitividad del país en el exterior a través de la promoción económica y cultural, y de la protección del patrimonio cultural.

Si bien resulta paradójico que en este objetivo no se señale la innovación tecnológica como factor para el fortalecimiento de la competitividad, una de las acciones estratégicas planteadas por cancillería en el PESEM fue el de promover la integración estratégica de las empresas peruanas en las cadenas regionales y globales de valor, a través de procesos tecnológicos, en particular, con empresas de la Alianza del Pacífico y de otros países de la región.

Asimismo, en el objetivo número cuatro, que es el de crear, ampliar y fortalecer lazos de intercambio, asociación y cooperación internacional a nivel regional y global para el desarrollo sostenible e inclusivo del país, también está presente el fortalecimiento de la ciencia e innovación.

Para ello, se planteó la acción estratégica de fortalecer e implementar los mecanismos de cooperación en materia de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica, vigentes entre el Perú y los países considerados prioritarios. Para esta labor, es crucial la participación de la Cancillería, como rector de la Política Exterior del Perú y de la Cooperación Internacional.

3.2. Plan Estratégico Institucional – PEI 2020-2022

Este documento es una herramienta de gestión institucional del Ministerio de Relaciones Exteriores para sus metas a mediano plazo articuladas al PESEM. Contiene ocho objetivos y cuarenta acciones estratégicas para un periodo de dos años y su misión es la de: “promover, proteger y defender en el sistema internacional los intereses del Estado peruano y los de sus ciudadanos para la consolidación de su desarrollo sostenible e inclusivo” (Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú, 2019, p. 8).

En el último PEI para el periodo 2020-2022, se establecen dos objetivos institucionales en donde se puede enmarcar la ciencia e innovación. El primero es el objetivo número uno, de fortalecer y ampliar las relaciones bilaterales y multilaterales en regiones estratégicas. Para ello se estableció la acción estratégica de profundizar la cooperación con los países comunitarios y no comunitarios de Europa y la Unión Europea, especialmente en el ámbito económico, científico, tecnológico, cultural y educativo (Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú, 2019, p. 10).

El segundo es el objetivo número seis, para fortalecer la política de cooperación internacional como instrumento de política exterior para el logro del desarrollo sostenible, en el cual, si bien no se menciona a la ciencia e innovación, existen acciones estratégicas para promover la cooperación con distintos líderes tecnológicos mundiales (Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú, 2019, p. 12).

Sin embargo, a diferencia del PEI 2016-2018, en donde se establece la acción de promover la cooperación bilateral y multilateral en CTI para el objetivo estratégico institucional de fortalecer la política de cooperación internacional, en los últimos dos documentos no se menciona explícitamente a la innovación tecnológica como una prioridad en las acciones estratégicas. No se habla del ecosistema de innovación ni de la cooperación tecnológica para la mejora de la competitividad nacional.

3.3. Dirección General para Asuntos Económicos (DAE)

Es la unidad funcional dependiente del Despacho Viceministerial que tiene dentro de sus funciones designadas la de “promover y coordinar acciones de política exterior que coadyuven al desarrollo de las políticas nacionales en materia de energía, ciencia y tecnología, innovación y mejora de la competitividad, en coordinación con los sectores competentes” (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2010, p. 42).

Dentro de la estructura de esta Dirección General se encuentra la Dirección de Ciencia y Tecnología, responsable de las acciones de política exterior en materia de CTI para el desarrollo nacional, en coordinación con los sectores y entidades competentes (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2010, p. 44).

3.3.1. Dirección de Ciencia y Tecnología (DCT)

Como se explicó previamente, esta Dirección es la encargada principal de la gestión en materia de CTI dentro de la Cancillería peruana. Específicamente, en el campo de innovación tecnológica esta oficina ha realizado diversas acciones para su fortalecimiento, teniendo en cuenta los lineamientos del sector Relaciones Exteriores establecidos en los mencionados documentos anteriormente señalados como el PESEM y el PEI.

Esta oficina es el nexo principal entre la Cancillería y los principales actores del sistema nacional de innovación, en especial el CONCYTEC, y realiza, dentro de sus posibilidades, acciones para promover la innovación tecnológica en el país y para apoyar al ente rector del SINACYT en su labor.

Las distintas iniciativas de la Dirección en tres grandes grupos: Acciones para promover la suscripción de acuerdos entre instituciones nacionales y extranjeras en materia de CTI; Acciones para el apoyo a la conformación de Comunidades científicas en el exterior y finalmente, la creación del Plan de Política Exterior en CTI.

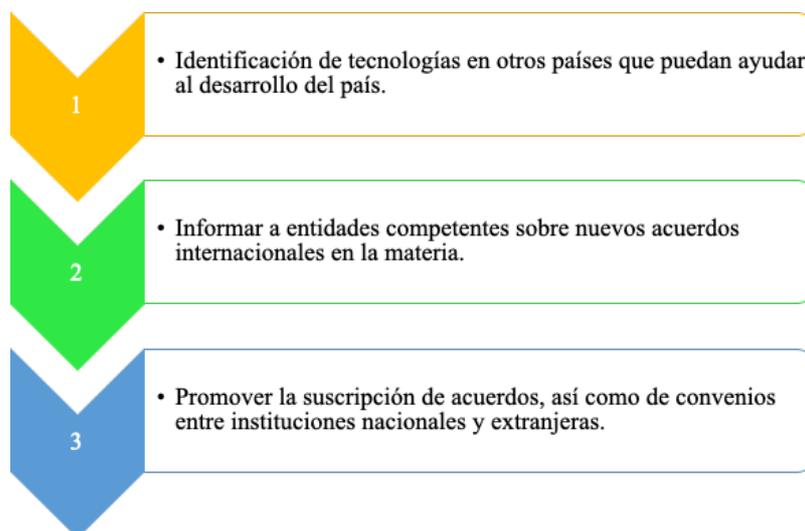
Acciones para promover la suscripción de acuerdos interinstitucionales

El primer conjunto de acciones de la DCT viene principalmente debido a su rol como enlace entre las instituciones públicas y privadas nacionales especializadas en el desarrollo de CTI con sus pares en el exterior líderes en esta materia. Esto con el fin de la suscripción de acuerdos y convenios entre estas entidades para promover el desarrollo del campo de CTI en el país por medio de la transferencia de conocimientos y tecnología.

Esta acción va de la mano con tres de las funciones específicas de la Dirección, descritas en el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Relaciones Exteriores que se puede apreciar en la figura II.04. La primera sobre la identificación de tecnologías en otros países que puedan ayudar al desarrollo del país; la segunda respecto a tener una comunicación fluida con las entidades nacionales respecto a nuevos acuerdos o convenios internacionales relacionados a CTI y, finalmente la de promover la suscripción de acuerdos sobre esta materia, así como convenios entre instituciones peruanas con sus similares en el exterior (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2010, p. 44).

Figura II.04

Funciones principales de la Dirección de Ciencia y Tecnología



Fuente: (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2010, p. 44)

Elaboración: Propia

Comunidades científicas en el exterior

La segunda acción de esta oficina es la de el apoyo en la conformación de las comunidades científicas en el exterior que va de la mano con el Programa de incorporación de investigadores del CONCYTEC y el Banco Mundial. Lo que se pretende con esto es que la Cancillería tenga una red de investigadores peruanos en el exterior que trabajen en instituciones líderes en investigación e innovación para que se pueda reforzar un vínculo con el país o que promuevan la CTI en el ámbito nacional.

En este ámbito la DCT ha desarrollado programas como Techsuyo y Sinapsis, que son eventos en donde se invita a investigadores peruanos para que realicen ponencias a estudiantes nacionales en favor de promover la innovación y la ciencia en el país. El primero se realiza en el Perú y fue formado con estudiantes peruanos en Brasil y el segundo, se realiza en Europa.

Con estos programas se busca generar un vínculo entre los científicos e investigadores peruanos y el Perú y se quiere enriquecer la base de datos con la información de estos

connacionales, para que se pueda pensar en un futuro en una mayor colaboración con el país o un posible retorno para hacer investigaciones en el país.

3.4. Grupo de trabajo de la Cuarta Revolución Industrial

Este grupo de trabajo fue creado bajo la Resolución de la Secretaría General del Ministerio de Relaciones Exteriores N° 1422. Está conformado por la Dirección General de Estudios y Estrategias de Política Exterior (DEE, la Dirección de Negociaciones Económicas Internacionales (DNE), la Dirección de APEC, la Dirección de Cooperación Internacional y la Dirección de Ciencia y Tecnología (DCT).

Lo que se busca es promover, dentro de la Cancillería y el Estado Peruano, el conocimiento de la Cuarta Revolución Industrial y comprender sus alcances e implicancia para el país. Es decir, la expansión de estas tecnologías disruptivas y su impacto en el sistema productivo, el comercio, la dinámica del trabajo y la sociedad en el Perú.

Es en este espacio de trabajo multidisciplinario donde se puede fomentar lineamientos del sector de Relaciones Exteriores en favor de la ciencia e innovación en el país, tal como se aprecia en las áreas prioritarias establecidas en el documento de creación del grupo. La primera sobre la cooperación internacional para el desarrollo de una estrategia nacional de adaptación y aprovechamiento de la Cuarta revolución Industrial, y la segunda del desarrollo de clusters para la promoción de la innovación.

CAPÍTULO III: NUEVAS ACCIONES DEL MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES PARA APOYAR AL FORTALECIMIENTO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL PAÍS

Para la formulación de propuestas de acciones que podría efectuar el Ministerio de Relaciones Exteriores se ha seguido un proceso que agrupa la evaluación de las principales líneas de acción del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología y los lineamientos del objetivo prioritario número tres del Plan Nacional de Competitividad.

Luego se han identificado los sectores prioritarios productivos y sociales del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología para poder enfocar las acciones a un conjunto áreas temáticas de importancia establecidas por el CONCYTEC.

Con respecto a las acciones actuales de la Dirección de Ciencia y Tecnología, existen lineamientos valiosos que van de la mano con lo analizado en el capítulo dos respecto al Índice Global de Competitividad, pues se identificarán los países líderes en distintos rubros para el establecimiento de posibles alianzas estratégicas. Esto va a ser de utilidad para tener una lista de países en donde enfocar esfuerzos para alianzas o convenios.

Además, según lo desarrollado en el capítulo 1 de la presente investigación, se tomará en cuenta algunos ejemplos de países que utilizan la diplomacia científica para el fortalecimiento de la innovación tecnológica en el país para así analizar las mejores prácticas que se pueden tomar dentro del Ministerio de Relaciones Exteriores para el propósito de la investigación.

Con todo ello se pretende dar recomendaciones de nuevas acciones a desarrollar en la Cancillería para apoyar al CONCYTEC en el fortalecimiento de la innovación tecnológica en el país y así contribuir a la mejora de la competitividad nacional en favor del desarrollo social y económico del país.

1. Líneas de acción Prioritarias del Plan Nacional de CTI y del Plan Nacional de Competitividad y Productividad

Se han identificado las siguientes líneas prioritarias del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y las medidas de política del objetivo prioritario número tres del Plan Nacional de Competitividad y Productividad que son compatibles con los objetivos estratégicos del PESEM del sector Relaciones Exteriores en el campo de la innovación tecnológica.

Sin embargo, algunos de ellos no se pueden clasificar dentro de las acciones prioritarias del mismo, por lo que según esta investigación se deben formular nuevas acciones dentro del Plan Estratégico del sector de Relaciones Exteriores para el próximo periodo que contemple estas medidas.

Las acciones estratégicas del PESEM identificadas con estas líneas de acción corresponden a tres de los cuatro objetivos estratégicos del mismo. El primero sobre posicionar al Perú a nivel regional y global, como potencia regional emergente en el ámbito multilateral; el segundo, respecto a contribuir al fortalecimiento de la competitividad del país en el exterior y finalmente, el objetivo 4, sobre fortalecer la cooperación internacional para el desarrollo sostenible del país.

1.1. Profundizar el liderazgo del Perú en el proceso de implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, así como en los otros foros de desarrollo a nivel bilateral, regional y global

La línea de acción que comprende el articular la política nacional de transferencia tecnológica con otros instrumentos internacionales vinculados al desarrollo sostenible como la convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático se puede enlazar con la acción estratégica 1.12 del PESEM.

Gráfico III.01

Líneas prioritarias del Plan Nacional de CTI (PNCTI) y Plan Nacional de Competitividad agrupadas en Acción Estratégica 4 del Objetivo N° 1 del PESEM.



Fuente: (Concytec, 2006)

Elaboración: propia

Esta se refiere al profundizar el liderazgo peruano en la implementación de la agenda 2030 en el ámbito bilateral y multilateral por medio del alineamiento de los objetivos nacionales con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En el caso de esta investigación, nos referimos a alinear las políticas en materia de transferencia e innovación tecnológica con acuerdos internacionales.

La Cancillería tiene la experiencia y el rol dentro del Estado peruano para poder gestionar y velar nuestros intereses en el ámbito internacional en esta materia, por lo que el Ministerio tiene la capacidad de apoyar al CONCYTEC para el logro de esta acción en favor del desarrollo de la ciencia y la innovación en el país.

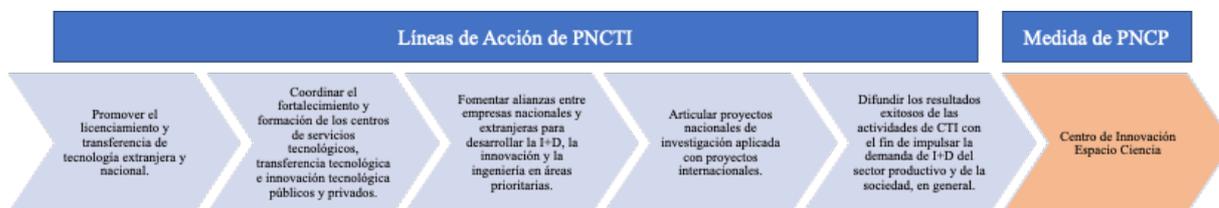
1.2. Promover la integración estratégica de las empresas peruanas en las cadenas regionales y globales de valor, a través de procesos tecnológicos

El primer conjunto de lineamientos de los planes de CTI y competitividad se pueden agrupar dentro de la acción estratégica 2.3 del objetivo estratégico número dos del PESEM, que señala necesario contribuir al fortalecimiento de la competitividad e imagen del país en el exterior por medio de la integración de las empresas peruanas en las cadenas de valor regionales y globales, a través de procesos tecnológicos.

Dentro de esta acción estratégica de la Cancillería se ubican cinco líneas de acción del Plan Nacional de CTI, como se puede apreciar en el gráfico III.02. La primera es el de fomentar alianzas entre empresas nacionales y extranjeras para desarrollar la I+D, la innovación y la ingeniería en áreas prioritarias. Este es un lineamiento importante que puede ser cubierto por acción del Ministerio de Relaciones Exteriores, por medio de las nuevas acciones de la Dirección de Ciencia y Tecnología.

Gráfico III.02

Líneas prioritarias de Plan Nacional de CTI (PNCTI) y Plan Nacional de Competitividad agrupadas en Acción Estratégica 3 del Objetivo N° 2 del PESEM.



Fuente: (Concytec, 2006); (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019)

Elaboración: propia

El segundo lineamiento por cubrir es el de promover el licenciamiento y transferencia de tecnología extranjera nacional, y el tercero, es el de coordinar el fortalecimiento de centros de servicios tecnológicos, transferencia e innovación tecnológicas públicos y privados. La Cancillería puede apoyar en esta labor al Sistema Nacional de Innovación por medio de sus contactos y con las posibilidades que brinda la diplomacia científica para esta labor.

La cuarta línea de acción se refiere a la articulación de proyectos nacionales de investigación aplicada con proyectos internacionales. Al igual que las medidas mencionadas anteriormente, el Ministerio de Relaciones Exteriores puede cumplir un rol de apoyo al CONCYTEC para la consecución de los objetivos del plan.

Finalmente, el último lineamiento que se puede considerar dentro de esta acción estratégica del PESEM es el de la difusión de los resultados exitosos de las actividades de CTI para

impulsar la demanda de investigación y desarrollo en el sector productivo y en la sociedad en general.

1.3. Fortalecer e implementar los mecanismos de cooperación en materia de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica

El segundo conjunto de líneas de acción o medidas de los planes nacionales de CTI y de competitividad respectivamente son los referidos a la acción estratégica 4.2 del objetivo número cuatro del PESEM, respecto al fortalecer e implementar los mecanismos de cooperación en materia de CTI, vigentes entre el Perú y los países considerados prioritarios. Son nueve lineamientos y una medida política como se puede apreciar en el gráfico III.03.

Gráfico III.03

Líneas prioritarias del Plan Nacional de CTI (PNCTI) y Plan Nacional de Competitividad agrupadas en Acción Estratégica 2 del Objetivo N° 4 del PESEM.



Fuente: (Concytec, 2006); (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019)

Elaboración: propia

La línea de acción respecto a promover la certificación de laboratorios, certificación de calidad y de los servicios técnicos y científicos especializados puede ser apoyada por las posibilidades de acción en este campo del Ministerio de Relaciones Exteriores, al igual que el fortalecimiento de la investigación básica en las áreas prioritarias del Plan Nacional de CTI.

Con respecto a promover programas cooperativos de postgrado entre instituciones acreditadas nacionales y del extranjero, si bien es cierto no es facultad del sector de Relaciones Exteriores, se puede aportar con el relacionamiento y experiencia de la Dirección de Ciencia y Tecnología. A esto se puede agregar los lineamientos sobre la promoción de proyectos cooperativos de formación de capacidades en centros de excelencia nacionales y extranjeros y el intercambio y pasantías entre los mismos.

Están también los lineamientos acerca de intensificar las alianzas e incrementar fondos destinados a la movilización de científicos para su formación de posgrado en áreas estratégicas y el perfeccionamiento de técnicos. En el Plan Nacional de Competitividad también se tiene una medida política respecto a este tema, que es la medida 3.5, que sugiere un programa para el desarrollo de capacidades vinculadas a las brechas y habilidades en la CTI.

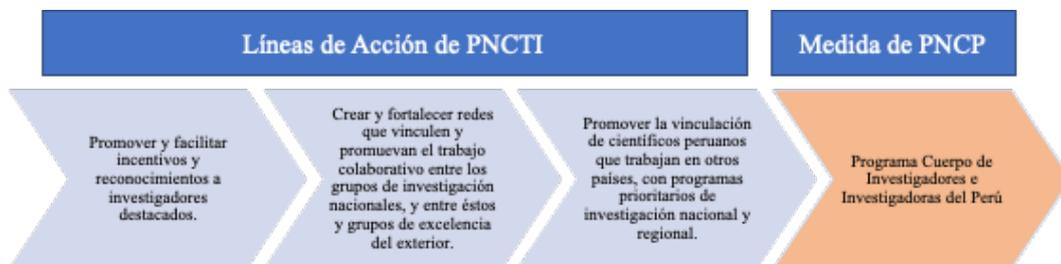
Finalmente, se deben incluir las líneas de acción referidos a la promoción de la cooperación entre los países del hemisferio para una acción internacional conjunta, que se pueda asociar a la cooperación sur-sur entre países de la región y la promoción del apoyo técnico para la formulación y gestión de proyectos de cooperación técnica internacional a los miembros de SINACYT. Esta última va de la mano con la medida política del Plan Nacional de Competitividad respecto a la gobernanza conjunta de fondos y programas para la CTI.

1.4. Otras líneas de acción y medidas políticas

Como se puede apreciar en el gráfico III.04, se han identificado también otras líneas de acción del Plan Nacional de CTI y una medida de política del Plan nacional de Competitividad que no se pueden agrupar dentro de alguna de las acciones estratégicas del PESEM del sector Relaciones Exteriores; sin embargo, son esenciales como elementos para el fortalecimiento de la innovación tecnológica en el país y la Cancillería viene trabajando en este sentido.

Gráfico III.04

Líneas prioritarias del Plan Nacional de CTI (PNCTI) y Plan Nacional de Competitividad sin agrupar en PESEM.



Fuente: (Concytec, 2006); (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019)

Elaboración: propia

El primer lineamiento es el de promover y facilitar incentivos y reconocimientos a investigadores destacados. Para ello, primero se debe fortalecer el ecosistema de innovación y las capacidades tecnológicas en el país. Para lograr esto, es conveniente que la Cancillería pueda apoyar al CONCYTEC en la creación y fortalecimiento de redes que vinculen y promuevan el trabajo colaborativo entre grupos de investigación nacionales y del exterior.

Además, tal como indica otra línea de acción del Plan Nacional de CTI, promover la vinculación entre científicos peruanos que trabajen en otros países, con programas prioritarios de investigación nacional y regional. Estos últimos lineamientos van de la mano con la medida de política 3.4 del Plan Nacional de Competitividad, sobre un programa Cuerpo de Investigadores del Perú.

2. Países líderes en CTI en los Sectores Prioritarios del PNCTI

Una vez identificadas las líneas de acción y medidas del Plan Nacional de CTI y el de Competitividad que son congruentes con los objetivos y acciones estratégicas del PESEM, el segundo paso dentro del proceso para la formulación de las nuevas acciones para el apoyo al fortalecimiento de la innovación tecnológica en el Perú es el analizar qué países son líderes en innovación tecnológica en los sectores productivos y sociales prioritarios señalados en el Plan Nacional de CTI.

En el segundo capítulo de esta investigación se mencionaron estos sectores prioritarios, como se muestra en la tabla III.01, por lo que a continuación se hará una breve descripción de cada uno de ellos y se enlistarán los países líderes en competitividad según el Índice Global de Competitividad para cada uno de los sectores.

Son once sectores distribuidos como siete sectores productivos y cuatro sectores sociales. De ellos, con motivo de la investigación se han centrado en los cuales hay mayor impacto de la innovación tecnológica, por lo que no se ha analizado el sector turismo.

2.1. Agropecuario y agroindustrial

En el sector agropecuario, que representa el 9% del PBI, los principales productos son el algodón y el pelo fino de los camélidos andinos como la alpaca y vicuña. En el mercado internacional hay una creciente valoración de estas fibras naturales en relación con las sintéticas (Concytec, 2006, p. 45), por lo que es un factor importante para que se considere un sector prioritario.

Además, este sector cuenta con centros de investigación como laboratorios de calidad, organismos impulsores en las comunidades (Ayacucho y Puno) y centros de transferencia tecnológica, así como asociaciones empresariales y organismos internacionales de cooperación para su desarrollo económico y social (Concytec, 2006, p. 45).

Con respecto al sector agroindustrial, existen productos de uso medicinal e industrial por su valor económico y aplicaciones prácticas. Se debe dar prioridad a la producción de frutas y hortalizas, así como el desarrollo de la biotecnología, por medio de laboratorios y centros de investigación especializados en estos recursos.

En este sector fue necesario analizar no solo el Índice Global de Competitividad 2019 sino también la misma dinámica del sector agroindustrial y el Índice Global de Innovación de la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) 2019. Tal como se puede apreciar en la tabla III.02, los países líderes en innovación en este campo son Estados Unidos, el

actual mayor exportador de productos agrícolas en el mundo, seguido por Países Bajos y Alemania, líderes en innovación y competitividad.

Tabla III.02

Países líderes en innovación tecnológica en sector agropecuario y agroindustrial

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | EEUU | 1 |
| 2 | Países Bajos | 4 |
| 3 | Alemania | 2 |
| 4 | Brasil | 44 |
| 5 | Francia | 15 |
| 6 | China | 27 |
| 7 | España | 25 |
| 8 | Canadá | 13 |
| 9 | Bélgica | 16 |
| 10 | Italia | 26 |

Fuentes: (*Top 10 Agricultural Exporters - Humboldt Global, 2018*); (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: propia

Luego, se destaca Brasil, único representante latinoamericano, con el impulso de EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria). Le siguen países europeos como Francia, España, Bélgica e Italia, muy conocidos por su agricultura que han sabido adaptarse a estos tiempos. Finalmente, se debe tener en cuenta países que han apostado por la innovación e investigación en este campo debido a su territorio y sus capacidades como Canadá y China.

2.2. Pesca y acuicultura marina y continental

Con respecto a este sector productivo prioritario, tiene ventajas potenciales para el desarrollo económico y de la población por medio del aumento de la productividad en la industria. Esto por medio del estudio y diseño de protocolos y tecnologías acordes a la realidad del país (Concytec, 2006, p. 46).

Es también necesario el conocimiento, la prevención y el tratamiento de las principales enfermedades que presentan las especies marinas, por lo que el desarrollo de innovación e investigaciones es fundamental para el despegue del sector.

Para la identificación de los Estados líderes en innovación para este sector se recurrió al reporte del estado de pesca y acuicultura mundial de la FAO en donde se listan los países con mejor desempeño en producción y exportación de productos marinos y se contrastó con el Índice Global de Competitividad 2019 y un reporte de la OCDE acerca de nuevas tecnologías en la pesca, como se puede apreciar en la tabla III.03.

Tabla III.03

Países líderes en innovación tecnológica en sector pesca y acuicultura

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | China | 27 |
| 2 | Noruega | 17 |
| 3 | Suecia | 3 |
| 4 | Chile | 47 |
| 5 | Australia | 18 |
| 6 | Francia | 15 |
| 7 | EEUU | 1 |
| 8 | Países Bajos | 4 |
| 9 | Canadá | 13 |
| 10 | Rusia | 34 |

Fuentes: (FAO, 2020); (Foro Económico Mundial, 2019); (OCDE, 2017)

Elaboración: Propia

En este análisis respecto a exportación, competitividad e innovación, China lidera como el país con mayores capacidades del sector siendo el mayor productor y exportador, seguido de dos países nórdicos como Noruega, que desde el 2004 es el segundo exportador mundial en pesca, y Suecia, tercer puesto en ecosistema de innovación del Índice Global de Innovación (Klaus Schwab, 2016). A estos le sigue un país latinoamericano como Chile, que

ha podido mantener una industria pesquera competitiva debido a la innovación en la industria del salmón.

Luego, viene Australia, que ha implementado nuevas tecnologías como registros electrónicos en su industria; y Francia que ha invertido en investigación y desarrollo pesquero. Seguidamente, encontramos a países líderes en el ecosistema de innovación según el Índice de Competitividad como Estados Unidos, Países Bajos y Canadá. Finalmente, se ubica Rusia, que, si bien no está en las primeras posiciones ni en el Índice de Competitividad ni en el de Innovación, tiene una industria pesquera muy importante (FAO, 2020, p. 96).

2.3. Minería y Metalurgia

Este sector constituye más del 50% de las exportaciones nacionales; sin embargo, a pesar de los avances en el sector para mejorar su productividad aún existen falencias en el desarrollo de encadenamientos productivos y transferencia tecnológica e innovación para el fortalecimiento de sus capacidades y de una mejora para el desarrollo económico y social del país.

Actualmente, existen muchos materiales industriales que necesitan de los productos de la minería no metálica que el Perú produce. Estos son cerámicos, materiales compuestos y polímeros especiales que son buscados en distintas partes del mundo para sus aplicaciones industriales.

Por otro lado, es necesario mencionar los problemas sociales que ha tenido la minería en el Perú a lo largo de su historia, debido a la conflictividad social por contaminación y el manejo de los recursos naturales. Es por ello, que es necesario la introducción de nuevas tecnologías para una mejor gestión de los residuos y un manejo de la minería que vaya acorde con los objetivos de desarrollo sostenibles (ODS).

Para la construcción de la lista de países líderes en innovación tecnológica en este sector, que se puede visualizar en la tabla III.04 se revisó la investigación acerca de patentes en la industria minera de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) en el que

se mide la innovación en la industria por medio de las patentes registradas y se contrastó con el Índice de Competitividad del Foro Económico Mundial.

Tabla III.04

Países líderes en innovación tecnológica en sector minería y metalurgia

| Ranking-Sector | País Líder | GCI – Ecosistema de Innovación |
|----------------|-------------|--------------------------------|
| 1 | China | 27 |
| 2 | EEUU | 1 |
| 3 | Japón | 9 |
| 4 | Rusia | 34 |
| 5 | Rep. Corea | 14 |
| 6 | Alemania | 2 |
| 7 | Reino Unido | 6 |
| 8 | Canadá | 13 |
| 9 | Suiza | 11 |
| 10 | Francia | 15 |

Fuentes: (Daly et al., 2019);(Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

Según el análisis, los países líderes en innovación están encabezados por China, que tiene una producción minera y número de registro de patentes proporcional; le siguen Estados Unidos, gran líder tecnológico del sector y Japón, que si bien es cierto no cuenta con una producción minera importante, si tiene un registro de un gran número de familia de patentes (Daly et al., 2019, p. 25).

Luego, sigue Rusia, un país con una gran producción minera que ha sido acompañado con innovación e investigación en el rubro; sin embargo, no al mismo nivel que la producción. Por otro lado, países como Corea del Sur (Rep. Corea), Alemania, Reino Unido y Canadá, que tienen hubs tecnológicos en este sector se ubican entre los países con mayor innovación. Finalmente, cierran la lista Suiza y Francia, dos países con una inversión en innovación no proporcional a su producción minera.

2.4. Forestal

El Perú cuenta con una superficie de bosques que lo ubican en el octavo lugar en el mundo en área forestal (Concytec, 2006, p. 49). Debido a la demanda internacional de maderas y derivados como la celulosa o pulpa, es necesario el desarrollo del estudio y aplicación del manejo de bosques, la oferta de maderas comerciales y la reforestación.

Además, es necesaria la investigación en la relación entre planta-clima-suelo para la prevención, control y tratamiento de las enfermedades de las plantas y sus derivados utilizados en la industria (Concytec, 2006, p. 49), por lo que este sector es prioritario dentro de las acciones de la Cancillería.

Para la elaboración de la lista de países líderes en innovación en este sector, como se muestra en la tabla III.05, se recurrió a estudios de la Unión Europea y del gobierno sueco respecto al campo de bioeconomía forestal y al Índice de competitividad global del Foro Económico Mundial.

Tabla III.05

Países líderes en innovación tecnológica en sector forestal

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Suecia | 3 |
| 2 | Finlandia | 7 |
| 3 | Alemania | 2 |
| 4 | Francia | 15 |
| 5 | España | 25 |
| 6 | Noruega | 17 |
| 7 | Dinamarca | 5 |
| 8 | Países Bajos | 4 |
| 9 | Reino Unido | 6 |
| 10 | Bélgica | 16 |

Fuentes: (Sparber et al., 2013); (EU, 2017)

Elaboración: Propia

Según estos documentos los países nórdicos son expertos en esta materia, siendo líderes en aplicaciones tecnológicas e innovación para el sector, resaltan Suecia, Finlandia y Noruega en este grupo. Otros países líderes son Francia, España, Reino Unido y Bélgica que han desarrollado una industria potenciada con ciencia e innovación.

Finalmente, países que ocupan los primeros lugares del ecosistema de innovación en el Índice Global de Competitividad también se ubican en este ranking, como Alemania, Dinamarca y Países Bajos, que son Estados también a tomar en cuenta como modelos para la innovación y mejora de capacidades (EU, 2017, p. 19).

2.5. Energía

En el caso del sector energía, este es la fuente de todas las actividades económicas en el país y motor para el desarrollo social. En los últimos años ha crecido el uso de gas natural, que su uso se inició en sectores como la minería y la generación eléctrica pero que ha llegado al transporte urbano, el consumo en hogares y la manufactura. Es por ello que es de suma importancia la innovación e investigación de mejoras en el suministro y uso de este recurso.

Por otro lado, a nivel global se ha intensificado el uso de las energías renovables como la energía solar, eólica y de la biomasa. Viendo este contexto, el país necesita fortalecer sus esfuerzos en ciencia e innovación para mejorar las capacidades respecto a estas fuentes de energía alternativa, que son amigables con el medioambiente y van de la mano con los objetivos de desarrollo sostenible.

En este sector fue necesario la construcción de dos listas, pues se consideró necesario la diferenciación en tecnología para las dos fuentes de energía renovable más importantes actualmente, la energía eólica (tabla III.05) y solar (tabla III.06). Para ello se consultó el informe de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) y el resultado del indicador de regulación de energía renovable del Índice de Competitividad Global.

Tabla III.06

Países líderes en innovación tecnológica en sector energía - eólica

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|-------------|--------------------------------|
| 1 | China | 27 |
| 2 | EEUU | 1 |
| 3 | Alemania | 2 |
| 4 | Reino Unido | 6 |
| 5 | India | 40 |
| 6 | España | 25 |
| 7 | Brasil | 44 |
| 8 | Canadá | 13 |
| 9 | Francia | 15 |
| 10 | Turquía | 59 |

Fuentes: (IRENA, 2017); (Foro Económico Mundial, 2019); (IRENA, n.d.)

Elaboración: Propia

Tabla III.07

Países líderes en innovación tecnológica en sector energía - solar

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|-------------|--------------------------------|
| 1 | China | 27 |
| 2 | EEUU | 1 |
| 3 | Alemania | 2 |
| 4 | India | 40 |
| 5 | Japón | 9 |
| 6 | Reino Unido | 6 |
| 7 | España | 25 |
| 8 | Brasil | 44 |
| 9 | Italia | 26 |
| 10 | Francia | 15 |

Fuentes: (IRENA, 2017); (Foro Económico Mundial, 2019); (IRENA, n.d.)

Elaboración: Propia

En ambas listas los tres primeros lugares pertenecen a los mismos países, China, Estados Unidos y Alemania, que han tenido un desarrollo importante en tecnologías para energías renovables y se caracterizan por un ecosistema de innovación avanzado. Luego, en el caso de la energía solar, la India es una potencia global, ejemplificado en su iniciativa de la creación de la Alianza Solar Internacional.

Seguidamente, aparecen países que si bien no aparecen en los primeros puestos del ranking de competitividad si han desarrollado investigación e innovación en este campo como España y Brasil. En el caso de Reino Unido, Canadá, Japón y Francia, también son países que han invertido en ciencia e investigación y de gran desarrollo en materia de energía.

Finalmente, en el caso de energía eólica aparece Turquía, que si bien no tiene un desempeño sobresaliente en la medición de su ecosistema de innovación del Índice de Competitividad, según el country rankings de IRENA es uno de los grandes productores de energía eólica (IRENA, n.d.).

2.6. Telecomunicaciones

En este sector, resalta el campo de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs). Estas tecnologías presentan un dinamismo importante en medio de la cuarta revolución industrial, pues tienen un sinfín de aplicaciones en distintas industrias y servicios.

Según el Plan Nacional de CTI, los fondos para financiar proyectos de investigación e innovación en el sector son aún muy bajos para sostener un desarrollo a la par de los países de la región (Concytec, 2006, p. 51). Es necesario potenciar este sector por medio de la innovación y uso de las TICs para mejorar la competitividad nacional y la calidad de vida de la población.

Los países líderes para este sector prioritario, que se pueden apreciar en la tabla III.07, fueron seleccionados del pilar 7.1.3 sobre TICs y creación de modelo de negocios del Índice Global de Innovación de WIPO 2019. En este rubro los Estados con mejor desempeño son Suiza, que se considera en este índice como el país más innovador del mundo, seguido por los

países europeos Finlandia, Países Bajos y Suecia, con un gran desempeño en materia de tecnologías de información.

Tabla III.08

Países líderes en innovación tecnológica en sector telecomunicaciones

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | Suiza | 11 |
| 2 | Finlandia | 7 |
| 3 | Países Bajos | 4 |
| 4 | Suecia | 3 |
| 5 | Israel | 8 |
| 6 | EEUU | 1 |
| 7 | Singapur | 12 |
| 8 | Reino Unido | 6 |
| 9 | Luxemburgo | 24 |
| 10 | Rep. Corea | 14 |

Fuentes: (Cornell University et al., 2019)

Elaboración: Propia

2.7. Salud

En la actualidad, la salud tiene un espacio preponderante en la agenda global. En el caso del Perú, la crisis generada por la Pandemia Global del COVID-19 ha subrayado las deficiencias del sistema nacional de salud debido a la falta de recursos materiales y humanos. Esto sumado a los principales problemas de salud como la desnutrición infantil y enfermedades tropicales y endémicas hacen necesaria la transferencia tecnológica y la innovación para este sector.

Es por ello que la Cancillería viene realizando múltiples esfuerzos para fortalecer la cooperación y la transferencia tecnológica en este sector; sin embargo, esta labor debe continuar y seguir tratando de contribuir a la mejora de la calidad del servicio de salud para la población por medio de la innovación tecnológica y la investigación científica.

Para este sector se construyó la lista de países más innovadores, como se puede apreciar en la tabla III.08, con la información del Índice Global de Innovación de la OMPI, los países líderes en desarrollo de tecnología en salud de la Universidad de Illinois y el ranking de las mejores universidades en tecnología de la salud de Scimago.

Tabla III.09

Países líderes en innovación tecnológica en sector salud

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | EEUU | 1 |
| 2 | China | 27 |
| 3 | Japón | 9 |
| 4 | Alemania | 2 |
| 5 | Reino Unido | 6 |
| 6 | Países Bajos | 4 |
| 7 | Canadá | 13 |
| 8 | Francia | 15 |
| 9 | India | 40 |
| 10 | Rep. Corea | 14 |

Fuentes: (Cornell University et al., 2019); (*Top 4 Countries for Health Tech Developments* | *UIC Online*, n.d.); (*SJR - International Science Ranking*, n.d.)

Elaboración: Propia

Según este análisis, Estados Unidos lidera el desarrollo de tecnología en salud, seguido por China, que en los últimos años se ha convertido en un líder tecnológico del sector. Luego aparecen países con un conocido desarrollo tecnológico y de innovación como Japón, Alemania, Reino Unido, Países Bajos, Canadá y Francia.

Finalmente, para cerrar la lista aparecen dos países de Asia, que han tenido un crecimiento e inversión muy importante en innovación y tecnología como la India y Corea del Sur (Rep. Corea). Ambos son líderes tecnológicos en la región y pueden ser también opciones de cooperación y transferencia tecnológica con el Perú.

2.8. Educación

Este sector también ha mostrado dificultades y cambios durante la crisis sanitaria actual. Se ha avanzado en la implementación de nuevas tecnologías e innovación para llevar este servicio a la mayor cantidad de población en el país; sin embargo, aún existen muchas brechas a combatir debido a las características geográficas y problemas institucionales.

Es así que es imperante el papel de la innovación y transferencia tecnológica en el servicio educativo para estar preparados a nuevos retos a futuro por medio de la teleeducación, nuevos softwares educativos y tecnologías de instrumentos de enseñanza (Concytec, 2006, p. 54). La zona rural es la que más se puede beneficiar de estos avances y así poder reducir las brechas en educación que existen a lo largo de nuestro territorio.

Para la identificación de los países líderes en innovación en educación, que se pueden apreciar en la tabla III. 10, fue necesario cruzar la información de los pilares de ecosistema de innovación del índice con data sobre inversión en tecnología educativa (EdTech), que se refiere a las herramientas como softwares diseñados para mejorar el servicio educativo y el aprendizaje.

Tabla III.10

Países líderes en innovación tecnológica en sector educación

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | China | 27 |
| 2 | EEUU | 1 |
| 3 | India | 40 |
| 4 | Reino Unido | 6 |
| 5 | Indonesia | 49 |
| 6 | Singapur | 12 |
| 7 | Suiza | 11 |
| 8 | Países Bajos | 4 |
| 9 | Suecia | 3 |
| 10 | Finlandia | 7 |

Fuentes: (*The Global EdTech Investment Themes of 2019* | by Peter Sahui | Navitas Ventures, 2019); (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

Según lo investigado, los países líderes en este sector son China y Estados Unidos, los cuales concentran la mayor cantidad de compañías dedicadas a la elaboración de softwares educativos. Luego, vienen países como India y Reino Unido, que también tienen una industria de EdTech representativa.

Siguen en la lista países asiáticos que han invertido en el sector en los últimos años como Indonesia y Singapur y representan grandes avances en innovación y desarrollo en productos educativos. Finalmente, países que también encabezan la lista en el ranking de competitividad como Suiza, Países Bajos, Suecia y Finlandia aparecen como líderes de este sector debido a su experiencia y desarrollo tecnológico.

2.9. Ambiente

En el sector del ambiente, lo primordial para el país es el campo de la prevención de desastres naturales, tecnologías limpias y tecnologías de mitigación del impacto ambiental en la minería, energía y manufactura (Concytec, 2006, p. 54). Es ahí donde entra a tallar la innovación tecnológica para que el país tenga las capacidades para gestionar estos problemas.

La Cancillería tiene las herramientas para facilitar la cooperación en este campo para la transferencia tecnológica y favorecer la innovación tecnológica en favor de la gestión ambiental y el bienestar de las poblaciones más vulnerables.

En el caso de este sector se recurrió al Índice Global de Innovación en Energía de la Fundación ITIF en el cual se identifican los principales países en innovación en materia de energías limpias y para la reducción de las emisiones globales. Con esta información se logró construir la siguiente tabla.

Tabla III.11

Países líderes en innovación tecnológica en sector ambiente

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|-------------|--------------------------------|
| 1 | Noruega | 17 |
| 2 | Finlandia | 7 |
| 3 | Japón | 9 |
| 4 | EEUU | 1 |
| 5 | Francia | 15 |
| 6 | Canadá | 13 |
| 7 | Alemania | 2 |
| 8 | Rep. Corea | 14 |
| 9 | Reino Unido | 6 |
| 10 | Dinamarca | 5 |

Fuente: (Cunliff & Hart, 2019); (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

Como se puede apreciar en la tabla III.11, los líderes en innovación en materia de tecnologías a favor del medioambiente son países nórdicos como Noruega y Finlandia. A estos le siguen Japón y Estados Unidos, que han desarrollado una industria en favor de las energías limpias e innovación amigable con el ambiente. Luego, le siguen países líderes en innovación como Canadá, Alemania y República de Corea, y otros países que son conocidos por su desarrollo tecnológico y capacidades técnicas para la investigación y desarrollo como Reino Unido y Dinamarca.

2.10. Vivienda y saneamiento

En este sector, según el Plan Nacional de CTI se necesita de investigación especializada, en especial en materia de edificaciones de tierra (adobe, quincha y tapial). Además, debido a que el Perú está ubicado en una zona sísmica, es necesario el desarrollo de tecnología antisísmica.

Es así que es indispensable la transferencia tecnológica y la investigación e innovación en este campo tan importante para la población del país, así como tecnologías para el

saneamiento como la gestión de desechos domiciliarios y recuperación de materiales reciclables (Concytec, 2006, p. 55).

Para este sector, se investigó los países líderes en innovación por medio del Índice de Competitividad Global en el pilar infraestructura y en el ranking de universidades para las carreras de ingeniería civil y estructural de Scimago. Con ello se construyó la tabla III.12, en el cual se presentan los países más adelantados en el desarrollo de tecnologías y que son de interés para el país.

Tabla III.12

Países líderes en innovación tecnológica en sector vivienda y saneamiento

| Ranking-Sector | País Líder | GCI - Ecosistema de Innovación |
|----------------|-------------|--------------------------------|
| 1 | China | 27 |
| 2 | EEUU | 1 |
| 3 | Reino Unido | 6 |
| 4 | India | 40 |
| 5 | Italia | 26 |
| 6 | Alemania | 2 |
| 7 | Canadá | 13 |
| 8 | Japón | 9 |
| 9 | Australia | 18 |
| 10 | Rep. Corea | 14 |

Fuente: (SJR - *International Science Ranking*, n.d.); (Foro Económico Mundial, 2019)

Elaboración: Propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior, China y Estados Unidos lideran este sector debido a sus avances en investigación y desarrollo de tecnologías para la construcción y el saneamiento. Le siguen Reino Unido y la India, este último, que ha progresado en materia de innovación en los últimos años.

Finalmente, destacan por parte de la Unión Europea, Italia y Alemania, como países con un desarrollo tecnológico importante en el sector; así como Canadá en Norteamérica y por el lado de Asia y Oceanía, dos países líderes en innovación en el ranking de competitividad como lo son Australia y la República de Corea.

3. Experiencias para tomar de en cuenta países

En el capítulo uno se desarrollaron algunos casos prácticos del uso de la diplomacia científica, por parte de diversos países alrededor del mundo, como herramienta de poder blando para cumplir algunos de sus objetivos de política exterior en el campo de la proyección de los intereses económicos del país y su desarrollo económico y social por medio de la ciencia y la tecnología.

De los casos expuestos anteriormente, se pueden tomar algunos modelos y acciones posibles de replicar por parte del Perú para cumplir sus objetivos de política exterior relacionados con la CTI y así ayudar al fortalecimiento de la innovación para la mejora de la competitividad nacional.

3.1. Red de diplomacia científica – Caso Suiza

El primer modelo con una interesante estructura para tomar en cuenta es la red de diplomacia científica suiza. La estructura de consejeros científicos y las oficinas de Swissnex tienen una compleja y funcional dinámica para potenciar los logros de ese país como líder en el campo de la innovación tecnológica y la competitividad.

Es un ejemplo importante para el Perú, pues tiene, por un lado, a consejeros científicos, que son diplomáticos de carrera en embajadas y consulados en países de interés para el gobierno que trabajan en anticipar y analizar desarrollos de políticas relacionadas a CTI y buscan oportunidades de cooperación (Schlegel, 2014, p. 5)

Por otro lado, tiene la figura de Swissnex, que son oficinas (actualmente cinco), que funcionan como una pequeña empresa pública en terreno diplomático, cuyo director tiene estatus diplomático mas no es un diplomático de carrera. Estas oficinas funcionan como asociaciones público privadas por lo que es una dinámica alejada de la diplomacia tradicional en donde los socios son empresas suizas que trabajan de la mano con el gobierno en la búsqueda de intereses en favor de la industria para mejorar la competitividad (Schlegel, 2014, p. 6).

Ello es sumamente interesante, pues no se debe dejar de lado el apoyo de la industria y asociaciones fuera del gobierno como las universidades e institutos especializados que puedan ser parte de la red de diplomacia científica y puedan ofrecer mayores beneficios a la hora de buscar convenios o asociaciones en los países de interés. A la vez que son una fuente de financiamiento importante para este modelo de trabajo.

3.2. Sectores especializados en CTI en embajadas y consulados – Caso Brasil

El caso brasileño también es un muy buen ejemplo de lo que se puede lograr para construir una red de diplomacia científica en las oficinas de servicio exterior. La Cancillería de este país tiene 54 sectores especializados en sus embajadas y consulados alrededor del mundo (Gobierno de Brasil, n.d.-c).

Estas secciones tienen la función de buscar oportunidades de cooperación y proyectar las fortalezas del sistema de ciencia e innovación brasileño. Es interesante el concepto que usan en el Ministerio del Exterior del Brasil respecto a diplomacia para la innovación (Gobierno de Brasil, n.d.-a), que es la búsqueda de la internacionalización de sus sistemas de innovación y proyectarse como un generador de conocimiento global (Gobierno de Brasil, n.d.-a).

Si bien es cierto que el Perú no busca posicionarse en el corto plazo como una potencia en ciencia e innovación, lo que sí busca es lograr esa articulación con instituciones de países líderes en CTI para fortalecer este campo en el entorno doméstico. Ello se podría lograr mediante secciones de CTI en las oficinas de servicio exterior como el caso brasileño.

3.3. Planes estratégicos en sectores prioritarios – Caso Chile

Otro buen ejemplo de acciones que se pueden implementar es el caso de los planes estratégicos en sectores prioritarios como en el caso de Chile. Lo que busca la Cancillería chilena es generar alianzas a largo plazo en las que se incorpore el gobierno, el sector privado, la academia y el no gubernamental para el logro de sus objetivos de política exterior (M. de R. E. Gobierno de Chile, n.d.).

Tal como se describió en el primer capítulo de esta investigación, actualmente funcionan cuatro planes estratégicos: California, Massachusetts, Washington State y Sao Paulo. Cada uno se centra en cooperación en distintos campos de interés de Chile y para su funcionamiento se tienen oficinas en las ciudades de los países de interés que se crean como fundaciones sin fines de lucro a cargo de miembros del gobierno y privados o en el caso de Sao Paulo, está a cargo de la embajada de Chile en Brasil.

Este caso también es muy interesante de tomar en cuenta, pues es un paso en más en la cooperación científico y tecnológica entre países, pues se trata de articular proyectos desde los mismos hubs científicos de interés, llevando al gobierno y entidades privadas y no gubernamentales que pueden ayudar a lograr los objetivos de política exterior mediante estos mecanismos de trabajo.

4. Acciones Recomendadas

Como producto de la presente investigación, en este apartado se proponen nuevas acciones por parte del Ministerio de Relaciones del Perú para contribuir al fortalecimiento del ecosistema de innovación en el país para la mejora de la competitividad nacional y así cumplir con los objetivos relacionados a este campo de los documentos del sector relaciones exteriores antes mencionados y del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

4.1. Acciones en el espacio institucional

En lo que respecta a nuevas acciones en el plano institucional, se deben articular los objetivos estratégicos del sector de relaciones exteriores con los objetivos del Plan Nacional en Ciencia, Tecnología e innovación. Se debe aprovechar que ambos documentos están próximos a expirar para proponer lineamientos que relacionen al sector de relaciones exteriores y su rol en el fomento de la ciencia e innovación.

4.1.1. Mejorar articulación de documentos del sector con Plan Nacional de CTI y Plan Nacional de Competitividad y Productividad

En el capítulo dos de la presente investigación, se hizo una breve descripción de los actuales documentos de gestión estratégica de la Cancillería, el Plan Estratégico Sectorial 2015-2021 y el Plan Estratégico Institucional 2020-2022 en donde se toca el tema de la ciencia e innovación en objetivos o acciones estratégicas de la institución.

Posteriormente, en el presente capítulo se relacionaron estos objetivos estratégicos con los lineamientos y ejes de acción del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación (PNCTI 2006-2021) y el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030. Esto me lleva a plantear una recomendación respecto a una mejora en la articulación de estos documentos en el campo de la ciencia e innovación.

Si bien existe cierta relación, estos documentos del sector y los planes nacionales no están totalmente articulados y se traduce en una falta de líneas de acción claras que se puedan medir con indicadores y la asignación de responsables fuera de la labor del CONCYTEC. Se puede aprovechar que documentos como el PESEM (Relaciones Exteriores) y PNCTI (CONCYTEC) están próximos a expirar para producir documentos vinculados.

4.1.2. Implementar el fortalecimiento de la innovación tecnológica para la inserción del Perú en la Cuarta Revolución Industrial como objetivo estratégico del PESEM

En el caso específico del PESEM del sector, este no toca explícitamente el fortalecimiento de la innovación tecnológica y la cuarta revolución industrial en sus objetivos estratégicos o las acciones desprendidas de ellas. Si bien es cierto, en este trabajo se describen las acciones estratégicas que corresponden a la cooperación e intercambio tecnológico e innovación de los objetivos dos y cuatro del mencionado documento, es recomendable que se incluya un objetivo estratégico en el cual se desarrollen estos conceptos.

Al igual que la recomendación anterior acerca de una mejor articulación entre los documentos de gestión del sector y los planes nacionales respecto a la ciencia e innovación, se puede aprovechar el fin del periodo del PESEM para que se pueda incluir estas consideraciones como un pilar de la política exterior peruana para el futuro.

Se podría plantear la importancia de la innovación tecnológica para la mejora de la competitividad nacional y como medio para insertarnos en la cuarta revolución industrial para el desarrollo del país. Con ello, se tendría una herramienta de gestión estratégica en Ministerio en la que descansan las demás acciones referidas a CTI.

4.2. Acciones de la Dirección de Ciencia y Tecnología

En el caso de la Dirección de Ciencia y Tecnología, es la oficina que tiene la responsabilidad dentro del Ministerio de Relaciones Exteriores de las acciones en materia de ciencia y tecnología (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2010, p. 44). Es por ello que se pueden realizar nuevas acciones desde esta Dirección para ayudar al fortalecimiento de la innovación tecnológica en el país.

Se recomienda trabajar de la mano con CONCYTEC, como ente rector de la ciencia e innovación en el país y tratar de darle herramientas que nacen de las funciones de la Cancillería peruana como el relacionamiento con el exterior y los contactos con gobiernos e instituciones. Por otro lado, se puede trabajar con las Oficinas Desconcentradas (ODEs) para el input de información desde las regiones para el trabajo en materia de innovación tecnológica.

4.2.1. Pipeline de instituciones en países líderes

Una primera acción recomendada de parte de DCT es la creación de una matriz o pipeline de instituciones y contactos en el exterior que se construya en base al relacionamiento externos de nuestras oficinas en los distintos países líderes en innovación tecnológica en los distintos sectores prioritarios antes mencionados.

Esta lista se puede obtener del trabajo previo que se hizo en esta investigación en donde se identificó a países potenciales en cada uno de los sectores prioritarios. Con ellos, se puede ir trabajando en una matriz con las instituciones del gobierno que sean responsables del tema de innovación y el desarrollo tecnológico.

Finalmente, esta herramienta de trabajo puede ser proporcionada o compartida con el CONCYTEC y sea esta institución la que evalúe las distintas opciones que tiene en el exterior para intercambio de conocimientos y posibilidades de convenios o alianzas estratégicas. Las capacidades de la Cancillería, por medio de sus contactos y su función como representante del país en el exterior hace que sea un actor esencial para este propósito.

4.2.2. Trabajo conjunto con ODEs en identificación de necesidades en el campo de la innovación tecnológica

Las Oficinas Desconcentradas del Ministerio de Relaciones Exteriores tienen la función de impulsar el desarrollo de la región en la cual están ubicadas por medio del apoyo en la inserción las capacidades locales en cadenas regionales o globales de valor ((Ministerio de Relaciones Exteriores, 2010, p. 55). Es por ello que estas oficinas pueden cumplir una importante labor para la identificación de oportunidades en la zona.

Al existir una red de oficinas desconcentradas en doce regiones del país, se pueden aprovechar sus capacidades para que sean el enlace entre las instituciones académicas y científicas locales con la Cancillería. Ellas pueden identificar las necesidades de la zona y reunir una serie de proyectos de universidades o instituciones tecnológicas que puedan beneficiarse de la cooperación científica y tecnológica de instituciones en el exterior.

Con este mapeo de necesidades y proyectos específicos, la DCT puede trabajar en conjunto con el CONCYTEC en el relacionamiento y búsqueda de oportunidades de cooperación tecnológica y transferencia de conocimientos desde países líderes globales de innovación y así potenciar el desarrollo regional.

4.3. Acciones en el exterior

A la labor que se realiza en las oficinas de servicio exterior como embajadas y consulados en favor de representar los intereses del Perú y ayuda a los connacionales también se le puede capacitar para funciones específicas sobre aspectos relacionados a la innovación tecnológica por medio de la búsqueda de oportunidades en países específicos.

Es así que se plantea la creación de una red peruana de diplomacia científica e innovación, que sea integrada por secciones especializados en este tema en las embajadas y/o consulados de los países líderes en innovación tecnológica que se plantearon anteriormente. En casos específicos donde se puedan realizar trabajos a largo plazo entre instituciones extranjeras y el país, se podría plantear la creación de planes estratégicos que sean manejados por el Ministerio de Relaciones Exteriores y el sector privado con intereses comunes en el desarrollo de capacidades específicas.

Además, se debe buscar fomentar la vinculación de científicos peruanos con el país, de forma que se construyan redes académicas y diplomáticas de ciencia y tecnología. Es por ello que se recomienda el fortalecimiento de las comunidades científicas peruanas en el exterior, por medio del registro de investigadores y científicos peruanos residentes en los países líderes en desarrollo tecnológico e innovación.

4.3.1. Red peruana de Diplomacia Científica y Tecnológica

La Red de Diplomacia Científica y Tecnológica, es una idea que se mezcla de las experiencias antes mencionadas de los casos suizo, brasileño y chileno. En la actualidad, la diplomacia tradicional no es suficiente para cumplir algunos objetivos de la política exterior peruana como contribuir al fortalecimiento de la competitividad nacional y la cooperación técnica internacional.

Para tener las herramientas para insertarnos en la cuarta revolución industrial y tener mayores oportunidades de desarrollo económico y social, es necesario el uso de herramientas

como la diplomacia científica y tecnológica. Para ello, se deben utilizar y mejorar las capacidades de nuestros recursos como Ministerio de Relaciones Exteriores.

En ese sentido, se recomienda la creación de esta red, conformada por secciones especializadas en CTI dentro de las embajadas y consulados peruanos de países líderes en innovación tecnológica y tener alianzas estratégicas en ciudades con hubs tecnológicos para tener organismos que combinen al sector público y privado.

4.3.1.1. Secciones Especializadas en CTI en oficinas en el exterior

La implementación de secciones especializadas en CTI dentro de las embajadas y consulados peruanos se debe realizar teniendo en cuenta las listas de países líderes en innovación antes mencionados. Se recomendaría tener a un diplomático de carrera especializado en este campo, que tenga funciones a tiempo completo o a tiempo parcial según cada caso para el logro de los objetivos planteados.

Su función consistiría en anticipar y analizar políticas relacionadas a CTI en los ecosistemas de innovación de los países donde están acreditados, además de buscar alianzas y posibilidades de cooperación con instituciones de ese país. Ellos también pueden colaborar en el registro e identificación de comunidades científicas peruanas en su país de residencia.

4.3.1.2. Alianzas Estratégicas en sectores prioritarios

En casos específicos, como hubs tecnológicos en sectores prioritarios para el país, como Estados Unidos y China, se recomienda ir más allá de la creación de sectores especializados y se podría implementar un modelo de trabajo similar a la experiencia suiza con las oficinas Swissnex y a la de Chile con sus Planes Estratégicos.

Para el Perú, sería importante crear una asociación pública y privada, que ayude al financiamiento de estas oficinas, en donde trabajen conjuntamente representantes del sector público, representado por el Ministerio de Relaciones Exteriores y CONCYTEC; y

representantes del sector privado, como empresas o universidades que tengan interés en la transferencia de conocimientos y trabajo conjunto con instituciones del país receptor.

4.3.2. Fortalecimiento de Comunidades científicas en el exterior

Otra de las acciones que se pueden lograr en el exterior es el fortalecimiento y creación de nuevas comunidades científicas peruanas en el exterior. Estas estarían conformadas por los connacionales que actualmente realizan investigación científica o trabajan en proyectos de innovación tecnológica en sus países de residencia en el exterior.

La creación de esta red de comunidades científicas en el exterior es otra acción que promueve la vinculación de estos profesionales peruanos con el país y así se pueden construir relaciones con las instituciones o universidades en las que trabajan. Además, ellos serían una especie de diplomáticos científicos peruanos, que pueden ayudar en la labor a la red peruana de diplomacia científica y tecnológica.

4.4. Acciones en el espacio multilateral

El ámbito multilateral es también uno de los espacios en donde se pueden lograr acciones en favor del fortalecimiento del ecosistema de innovación tecnológico del país. Es en las plataformas internacionales de alcance regional y mundial que se pueden alcanzar acuerdos para regular políticas en CTI y favorecer la transferencia tecnológica.

Para el caso del Perú, plataformas como la OCDE, la Alianza del Pacífico y la APEC son mecanismos de integración en donde se puede trabajar de la mano con otros países en beneficio del crecimiento económico por medio de la ciencia, tecnología e innovación. Es importante que se fortalezcan y dinamicen los grupos de trabajo en esta materia para obtener oportunidades de mejora de nuestras capacidades.

4.4.1. OCDE

Una de las metas del gobierno peruano y una de las acciones estratégicas del sector de relaciones exteriores es la adhesión a la OCDE. Esta organización de países que cumplen con estándares de calidad específicos y buenas prácticas en sus políticas públicas, tiene también una serie de requerimientos en el caso de la ciencia, tecnología y la innovación tecnológica.

Es recomendable que el Perú pueda tener un modelo de trabajo específico en el campo de la CTI de acuerdo con las recomendaciones de los países de la OCDE. Ello será fundamental para el cumplimiento de estándares internacionales en la materia, así como para reorganizar las políticas públicas en CTI para un mejor desempeño del sector.

4.4.2. Alianza del Pacífico

En el caso de la Alianza del Pacífico, el Perú debe buscar coordinar esfuerzos para la mejora de capacidades de los países de la región, por medio del desarrollo de convenios internacionales para favorecer la interoperabilidad y la transferencia de conocimientos. Actualmente existe el grupo técnico de innovación de la Alianza del Pacífico, que busca potenciar el ecosistema de innovación del grupo.

Se deben aprovechar los ejemplos de Chile, Colombia y México de cómo han mejorado su competitividad debido al desarrollo tecnológico y la innovación, y tratar de fortalecer estas alianzas para la mejora de capacidades. Se puede proponer la meta a largo plazo de un hub tecnológico en la región que permita competir de igual a igual con otros mecanismos de integración en el mundo.

4.4.3. APEC

En el Foro de la APEC, existe el llamado Grupo de Trabajo en Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación (PPSTI). Este mecanismo es una oportunidad para promover la

cooperación tecnológica entre los Estados miembros de este foro e intercambiar información sobre las mejores prácticas con países líderes en innovación tecnológica.

Una acción en este mecanismo puede ser la búsqueda de oportunidades de cooperación con países líderes en sectores prioritarios del Plan Nacional de CTI y lograr transferencia de conocimientos que sean provechosos para el fortalecimiento del ecosistema de innovación del país.

CONCLUSIONES

- Los conceptos de innovación tecnológica, cambio tecnológico, productividad y competitividad están estrechamente relacionados. Para un crecimiento económico a largo plazo es necesario potenciar los factores productivos basados en la tecnología e innovación, pues ellos contribuyen al incremento de la productividad y permite así un desarrollo social más armónico y dinámico.
- La Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) y las relaciones internacionales se afectan entre sí y más aún en el contexto global actual. La aplicación práctica de esta interrelación entre estos conceptos es la evolución del concepto de diplomacia científica que se puede resumir como una herramienta de poder blando que tienen los Estados para su proyección internacional y el relacionamiento externo por medio de la ciencia, tecnología e innovación.
- La Cuarta Revolución Industrial es el marco actual en el cual los países están compitiendo y desarrollando sistemas de innovación que permiten la convergencia de diversas tecnologías. Es dentro de este contexto que el Perú debe mejorar sus capacidades tecnológicas y de innovación para poder insertarse en las cadenas globales de valor que permitan el desarrollo económico y social de la población.
- En el análisis de la situación actual de la innovación tecnológica en el Perú se puede concluir que estamos en una etapa de desarrollo temprano. Si nos comparamos con otros países latinoamericanos aún estamos por debajo de la media regional respecto al porcentaje de PBI destinado a la ciencia, tecnología e innovación. Es necesario el trabajo para la mejora en estos indicadores y así potenciar el ecosistema de innovación nacional.
- Actualmente existen documentos nacionales de gestión como el Plan Nacional de CTI y el Plan Nacional de Competitividad y Productividad que describen los lineamientos principales a seguir para el fortalecimiento de la innovación tecnológica

en el país; sin embargo, aún existe mucho por hacer desde el plano multisectorial para cumplir las metas en este campo.

- El Ministerio de Relaciones Exteriores tiene oportunidades para acciones en el ámbito bilateral, multilateral e institucional para apoyar al CONCYTEC (ente rector del Sistema Nacional de Innovación) en el fortalecimiento de la innovación tecnológica. El Ministerio tiene un rol articulador entre lo nacional y el plano internacional que se puede aprovechar en beneficio del desarrollo económico y social del país.
- En el plano institucional, el Ministerio de Relaciones Exteriores debe aprovechar para articular sus instrumentos de gestión estratégica como el PESEM y el PEI con los documentos nacionales rectores de CTI como el Plan Nacional de CTI y el Plan Nacional de Competitividad y Productividad.
- En cuanto al trabajo de la Dirección de Ciencia y Tecnología de la Cancillería, por un lado, tiene la capacidad de trabajar de la mano de Concytec, siendo el catalizador de las necesidades e intereses de instituciones nacionales con organismos e instituciones internacionales. Por otro lado, puede identificar y consolidar las necesidades en distintas regiones por medio de las Oficinas Desconcentradas del Ministerio (ODEs) y ser el nexo entre instituciones regionales con líderes en innovación en el extranjero.
- En el plano bilateral, se deben buscar alianzas o convenios de cooperación con los países líderes en innovación tecnológica. Se puede implementar una estrategia para definir una red peruana de diplomacia científica por medio de sectores especializados de CTI en nuestras embajadas y consulados en el exterior. Además, se debe fortalecer el trabajo con las comunidades científicas peruanas en el exterior para tener otros enlaces con instituciones y promover los intereses del país.
- En el ámbito multilateral, plataformas como la OCDE, la Alianza del Pacífico y la APEC son mecanismos de integración en donde se puede trabajar de la mano con

otros países en beneficio del crecimiento económico por medio de la Ciencia, Tecnología e Innovación.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, P., & Tushman, M. L. (1990). Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change. *Administrative Science Quarterly*, 35(4), 604. <https://doi.org/10.2307/2393511>
- Bilbao, L., & Lanza, R. (2010). *HISTORIA ECONÓMICA 2º Semestre (Estudios de Grado en ADE) Teoría*.
- Branscomb, L. M. (2001). *Technological Innovation* (N. J. Smelser & P. B. B. T.-I. E. of the S. & B. S. Baltes (Eds.); pp. 15498–15502). Pergamon. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03208-3>
- Chaves, J. (2004). Desarrollo tecnológico en la Primera Revolución Industrial. *Norba. Revista de Historia*, 17(17), 93–109.
- Concytec. (2006). *Plan Nacional Estratégico De Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano PNCTI 2006-2021* (CONCYTEC (Ed.)).
- Cornell University, INSEAD, and W. (2019). *Global Innovation Index 2019: summary*. <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report#>
- Cornell University, INSEAD, & WIPO. (2019). *Índice Mundial de Innovación 2019*.
- Cunliff, C., & Hart, D. M. (2019). *The Global Energy Innovation System: National Contributions to the Global Clean Energy Innovation System*.
- Daly, A., Valacchi, G., & Raffo, J. (2019). Mining patent data: Measuring innovation in the mining industry with patents. *World Intellectual Property Organization (WIPO) Economic Research Working Paper*, 56.
- Denison, E. (1962). *The sources of economic growth in the United States and the alternatives before us*. Committee for Economic Development.
- Díaz, J., & Kuramoto, J. (2011). *Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Grupo de Análisis para el Desarrollo.
- Dolan, B. M. (2012). Science and technology agreements as tools for science diplomacy. *Science & Diplomacy*, 1(4), 1–9.
- Echeandía, A. (2014). *Modernización Tecnológica del Ministerio de Relaciones Exteriores desde la Perspectiva de la Science Diplomacy*. Lima: Academia Diplomática del Perú.
- El Peruano Ley N° 30806. (2018). *Ley que modifica diversos artículo de la ley 28303, ley marco de Ciencia, Tecnología e Innovación; y de la ley 28613, ley del Consejo*

- Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC).*
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-modifica-diversos-articulos-de-la-ley-28303-ley-mar-ley-n-30806-1666491-1/>
- Elorza, A., Lorenzo, G., Orts, C., Izaskun, B., & Izquierdo, J. (2017). Spanish Science Diplomacy: A Global and Collaborative Bottom-Up Approach. *Science Diplomacy*, 6(1). <http://www.sciencediplomacy.org/article/2017/spanish-science-diplomacy-global-and-collaborative-bottom-approach>
- Escobar, J. F., Cárdenas, M. F., & Bedoya, I. B. (2017). De los sistemas a los ecosistemas de innovación. *Espacios*, 38(34).
- EU. (2017). *Synthesis on Forest Bioeconomy Research and Innovation in Europe*. 64. https://scar-europe.org/images/FOREST/Documents/SWG_forestry_study-v2.pdf
- Fajardo, P., & Robledo, J. (2012). Modelos conceptuales para la gestión de la innovación: revisión y análisis de la literatura. *III Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación 2012: Competitividad En Los Mercados Abiertos Medellín 11 y 12 de Octubre, October 2012*, 160.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Fernández, J. (2015). Economía neoschumpeteriana, innovación y política tecnológica. *Cuadernos de Economía*, 38, 79–89. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.cesjef.2015.03.001>
- Flink, T., & Schreiterer, U. (2010). Science diplomacy at the intersection of S&T policies and foreign affairs: Toward a typology of national approaches. *Science and Public Policy*, 37(9), 665–677. <https://doi.org/10.3152/030234210X12778118264530>
- Fonseca-Retana, L., Lafuente-Chryssopoulos, R., & Mora-Esquivel, R. (2016). Evolución de los modelos en los procesos de innovación, una revisión de la literatura. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(1), 108–117. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i1.2543>
- Foro Económico Mundial. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*. http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
- Gluckman, P. D., Turekian, V. C., Grimes, R. W., & Kishi, T. (2018). Science Diplomacy: A Pragmatic Perspective from the Inside. *Science & Diplomacy*, 6(4 (December 2017)), 1–13.
- Gobierno de Brasil, M. de R. E. (n.d.-a). *Cooperación en ciencia, tecnología e innovación*.

- Retrieved June 23, 2020, from <http://www.itamaraty.gov.br/es/politica-externa/ciencia-tecnologia-e-inovacao/6504-cooperacion-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion>
- Gobierno de Brasil, M. de R. E. (n.d.-b). *Cooperación internacional*. Retrieved June 23, 2020, from http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/institucional/Cooperacao_Internacional/Diplomacia-e-Inovacao-Cientifica-e-Tecnologica.html
- Gobierno de Brasil, M. de R. E. (n.d.-c). *Sectores de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTECs)*. Retrieved June 23, 2020, from <http://www.itamaraty.gov.br/es/politica-externa/ciencia-tecnologia-e-inovacao/19312-sectores-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-sectecs>
- Gobierno de Chile, M. de C. T. C. e I. (n.d.). *Misión y Visión | Ministerio de Ciencia*. Retrieved June 24, 2020, from <http://www.minciencia.gob.cl/mision-y-vision>
- Gobierno de Chile, M. de R. E. (n.d.). *Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile - Planes Estratégicos*. Retrieved June 24, 2020, from <https://minrel.gob.cl/planes-estrategicos/minrel/2018-12-12/173304.html>
- Gobierno de España. (2016). Informe sobre diplomacia científica, tecnológica y de innovación. *Informe Gobierno de España*, 1–36. <http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/SalaDePrensa/Multimedia/Documents/Informe-Diplomacia-Cientifica-Tecnologica-y-de-Innovacion.pdf>
- Granstrand, O., & Holgersson, M. (2018). *Innovation ecosystems: A Conceptual review and a new definition*. 13. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>
- Heertje, A. (1984). *Economía y progreso técnico* (Fondo de Cultura Económica (Ed.)).
- IRENA. (n.d.). *Country Rankings*. Retrieved September 14, 2020, from <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>
- IRENA. (2017). *Renewable Energy Innovation : Accelerating Research For A Low-Carbon Future*. 20. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Nov/IRENA_Accelerating_research_2017.pdf?la=en&hash=2A53295A57DD87A0A451E68A2CE7EA020729871F
- Iwai, K. (2000). A contribution to the evolutionary theory of innovation, imitation and growth. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 43(2), 167–198.

- Klaus Schwab. (2016). The Global Competitiveness Report. In *World Economic Forum* (Vol. 21, Issue 3). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.1999.tb00817.x>
- Krige, J., & Barth, K. H. (2006). Introduction: Science, technology and international affairs. *Osiris*, 21(January 2006), 1–21. <https://doi.org/10.1086/507133>
- Krugman, P. (2016). *Economía Internacional* (10ma ed.). Pearson Education.
- Mankiw, G. (2012). *Principios de Economía* (6ta ed.). Cengage Learning.
- Marín, L. (2007). La noción de paradigma. *Signo y Pensamiento*, 50, 34–45.
- Micaëlli, J.-P., Forest, J., Coatanéa, É., & Medyna, G. (2014). How to improve Kline and Rosenberg's chain-linked model of innovation: building blocks and diagram-based languages. *Journal of Innovation Economics*, 15(3), 59. <https://doi.org/10.3917/jie.015.0059>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Plan Nacional de la Competitividad y Productividad 2019-2030*. 80. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf
- Ministerio de Relaciones Exteriores. (2010). *Reglamento de organización y funciones del Ministerio de Relaciones Exteriores*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/581569/ROF_-_del_Ministerio_de_Relaciones_Exteriores.pdf
- Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú. (2015). *Plan Estratégico Sectorial Multianual Sector Relaciones Exteriores* (M. de R. Exteriores (Ed.)).
- Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú. (2019). *Plan Estratégico Institucional (PEI) 2020-2022*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/351057/PEI_2020-2022_RM_0536-RE-2019.pdf
- Montoya, O. (2004). *Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico*. 5. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22517/23447214.7255>
- Nelson, Ri., & Winter, S. (1977). En busca de una teoría útil de la innovación. *Research Policy*, 6, 36–76.
- OCDE. (1994). *Definiciones y convenciones principales para la medición de la investigación y el desarrollo experimental: Resumen del Manual de Frascati de 1993*.
- OCDE. (2016). *Perspectivas de la OECD en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016 (Extractos)*. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264303546-es.pdf?expires=1604030192&id=id&accname=guest&checksum=9C8485616B633B3>

A47C081D9DBB9D3D5

- OCDE. (2017). An inventory of new technologies in fisheries. *Oecd Green Growth and Sustainable Development Forum*.
https://www.oecd.org/greengrowth/GGSD_2017_Issue_Paper_New_technologies_in_Fisheries_WEB.pdf
- OCDE, & EUROSTAT. (2005). *Manual de Oslo: Directrices para la recogida de información e interpretación de información relativa e innovación*.
- Odum, H. (1973). Energy, ecology and economics. *Ambio*, 2, 220–227.
- OECD. (2011). Classification of manufacturing industries into categories based on R&D intensities. *ISIC REV. 3 Technology Intensity Definition*, 6. <https://doi.org/10.1787/sti>
- Olivé, L. (2013). La Estructura de las Revoluciones Científicas: cincuenta años The Structure of Scientific Revolutions: fifty years down the road. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 22, 133–151.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92425714007>
- Porter, M. (1990). La ventaja competitiva de las naciones. *Harvard Business Review*, abril, 1–58.
- Presidencia de la República. (2014). *Crean el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad y disponen la fusión por absorción de la Unidad Ejecutora 012 de la Presidencia del Consejo de Ministros al Ministerio de Producción*. 1–3.
- Schlegel, F. (2014). Swiss Science Diplomacy: Harnessing the Inventiveness and Excellence of the Private and Public Sectors. *Science & Diplomacy*, 3(1).
http://www.sciencediplomacy.org/files/swiss_science_diplomacy_science_diplomacy.pdf%0Ahttp://goo.gl/dDi83P
- Schumpeter, J. (1976). *Teoría del desenvolvimiento económico* (Fondo de Cultura Económica (Ed.)).
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate.
- SJR - International Science Ranking. (n.d.). Retrieved September 14, 2020, from <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?area=2700>
- Solow, R. (1957). Technical change and the aggregate production function. *Reviews of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.
- Sparber, W., Weiss, W., Sanner, B., Angelino, L., Gregorio, M. De, Février, N., Haslinger,

- W., Kujbus, A., Landolina, S., Stryi-Hipp, G., & Helden, W. (2013). Strategic Research and Innovation Agenda for RHC, 2013. *Unpublished*.
<https://doi.org/10.13140/2.1.4252.7520>
- The global EdTech investment themes of 2019* | by Peter Sahui | Navitas Ventures. (2019).
<https://blog.navitasventures.com/the-global-edtech-investment-themes-of-2019-6b4214740a04>
- The World Bank. (2016). World Development Indicators: Science and technology. *States and Markets. World Development Indicators: Science and Technology Research*, 1–6.
<http://wdi.worldbank.org/table/5.13>
- Top 10 Agricultural Exporters - Humboldt Global*. (2018). <https://humboldt.global/top-agricultural-exporters/>
- Top 4 Countries for Health Tech Developments* | UIC Online. (n.d.). Retrieved September 14, 2020, from <https://healthinformatics.uic.edu/blog/the-4-top-countries-for-health-tech-development/>
- Turriago, Á. (2014). *Innovación y cambio tecnológico en la sociedad del conocimiento* (Ecoe Ediciones (Ed.); 2da ed.). <http://www.ebooks7-24.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/?il=3736>
- Vicente, M. (2009). *Marketing y competitividad: Nuevos enfoques para nuevas realidades*. Pearson Education.
http://www.ingebook.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/ib/NPcd/IB_Escritorio_Visualizar?cod_primaria=1000193&libro=5196
- Weiss, C. (2005). Science, technology and international relations. *Technology in Society*, 27(3), 295–313. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.04.004>