



NUDOS DE LA REPÚBLICA

Hitos hacia un mejor gobierno de la ciencia, tecnología e innovación en el Perú

Desarrollo emergente

FABIOLA LEÓN-VELARDE
ADOLFO LÓPEZ



PERÚ

Ministerio de Cultura



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

HITOS HACIA UN MEJOR GOBIERNO DE LA CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL PERÚ

DESARROLLO EMERGENTE

BIBLIOTECA BICENTENARIO

— Comité Editorial —

Marcel Velázquez Castro

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Carmen McEvoy

Sewanee: The University of the South

Guillermo Nugent

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Fabiola León-Velarde

Universidad Peruana Cayetano Heredia

Nelson Pereyra

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Claudia Rosas Lauro

Pontificia Universidad Católica del Perú

Luis Nieto Degregori

escritor

NUDOS DE LA REPÚBLICA

Hitos hacia un mejor gobierno de la ciencia, tecnología e innovación en el Perú

Desarrollo emergente

FABIOLA LEÓN-VELARDE
ADOLFO LÓPEZ



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

BIBLIOTECA BICENTENARIO
Colección Nudos de la República, 9

Hitos hacia un mejor gobierno para la ciencia y la tecnología en el Perú. Desarrollo emergente

León-Velarde, Fabiola y Adolfo López

Hitos hacia un mejor gobierno para la ciencia y la tecnología en el Perú. Desarrollo emergente / Fabiola León-Velarde y Adolfo López. 1.^a ed. Lima: Ministerio de Cultura - Proyecto Especial Bicentenario de la Independencia del Perú, 2022.

200 pp.

Ciencia / tecnología / innovación / políticas en CTI / historia del Perú republicano

Primera edición, noviembre de 2022

Tiraje: 1,000 ejemplares

- © Fabiola León-Velarde
- © Adolfo López
- © De las imágenes: sus respectivos autores
- © Ministerio de Cultura del Perú
Sello editorial - Proyecto Especial Bicentenario de la Independencia del Perú
Av. Javier Prado Este 2465 - San Borja, Lima 41, Perú
www.bicentenario.gob.pe

Ministra de Cultura: Silvana Robles Araujo

Director ejecutivo del Proyecto Especial Bicentenario: Hildebrando Castro-Pozo Chávez

Directora de la Unidad de Gestión Cultural y Académica-PEB: Mariela Noriega Alegría

Coordinación editorial: Jaime Vargas Luna, Bertha Prieto Mendoza, Renzo Palacios

Cuidado de edición y corrección de estilo: Martín Guadalupe Inga

Diagramación de interiores: Raúl Huerta Bayes

Diseño de cubierta: Fabricio Guevara Pérez

Fotografía de cubierta: © The Trustees of the British Museum

Investigación fotográfica: Herman Schwarz Ocampo

El trabajo de edición en este libro fue realizado por el Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

ISBN 978-612-49070-3-6

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú n.º 2022-12155

Se terminó de imprimir en diciembre del 2022 en: Tarea Asociación Gráfica Educativa Pasaje María Auxiliadora 156 - Breña

Libro electrónico disponible en www.bicentenario.gob.pe/biblioteca

Se permite la reproducción parcial siempre y cuando se cite la fuente.

Índice

- Palabras preliminares 9
- Presentación de la colección 11
- Una historia en imágenes 17
- Introducción 35
1. Evolución de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú 49
 - 1.1. Etapas y eventos importantes en nuestra historia 49
 - 1.2. Aportes científicos notables 54
 - 1.3. La ciencia y la tecnología en sus inicios: establecimiento del Consejo Nacional de Investigación 66
 2. El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 77
 - 2.1. El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, las agencias y los programas para el desarrollo de la CTI 77
 3. Planificación y políticas en ciencia, tecnología e innovación 85
 4. Evolución de la economía nacional 93
 - 4.1. Estructura productiva y ciencia, tecnología e innovación 97

5. Otras realidades 103
 - 5.1. Los «tigres asiáticos» 103
 - 5.2. Países vecinos de la región 105

6. Situación actual de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú 109
 - 6.1. Capacidades para el desarrollo de la CTI en el Perú: Ley Universitaria, universidad e investigación 109
 - 6.2. La necesidad de una formación integral en la educación superior 114
 - 6.3. Los institutos de investigación 117
 - 6.4. La cooperación internacional 123
 - 6.5. Capital humano y contribución científica 124
 - 6.6. El canon de recursos naturales para las universidades públicas 129
 - 6.7. Los parques científico-tecnológicos 132
 - 6.8. Las patentes de invención 137
 - 6.9. La inversión extranjera 141

7. El futuro de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú 145
 - 7.1. Principales desafíos que resolver y el recurso humano 145
 - 7.2. Participación estatal en el desarrollo de la innovación tecnológica en el Perú 148

8. Ciencia, tecnología e innovación y su relación con la salud 171
 - 8.1. Fortalezas y debilidades en la lucha contra la pandemia de la COVID-19 171

Reflexiones finales 177

Bibliografía 187



Palabras preliminares

La república peruana se fundó hace doscientos años, sobre las bases de una cultura milenaria, aunque también a sus espaldas. Al igual que el resto del continente, nuestra república nació excluyente y desigual, y ha sido lento y trabajoso el camino para reconocer, no solo nuestra pluriculturalidad, sino para ver en ella el verdadero potencial de la nación. Dos siglos después del nacimiento de nuestra república es, por lo tanto, justo y necesario hacer un balance de cómo la hemos venido construyendo, cuáles han sido sus grandes desafíos y en qué medida los hemos sorteado.

El Proyecto Especial Bicentenario tiene como misión implementar la Agenda de Conmemoración de la Independencia del Perú, con la finalidad de construir un legado del presente para el futuro, que contribuya a fortalecer las instituciones y construir ciudadanía, un legado que evidencie cómo vemos y pensamos hoy, tanto nuestro complejo proceso de independencia, como la construcción de la república a lo largo de estos doscientos años. Esto se hace particularmente importante porque a lo largo de los últimos dos años hemos sido azotados por una pandemia que afectó al planeta entero, pero que golpeó con extrema violencia al Perú, evidenciando la precariedad de muchas de las estructuras que tendrían que sostener-

nos como sociedad, pero evidenciando también la resiliencia de las peruanas y peruanos, que continúan permanentemente forjando el país del futuro.

Para construir este legado de reflexión intelectual sobre el país, hemos creado la Biblioteca Bicentenario, que alberga libros, audiolibros, podcasts, un archivo documental, y otros contenidos para conocer, profundizar, y complejizar los procesos de independencia y de forja de la república peruana. Y al interior de esta, hemos elaborado la serie *Nudos de la República*, que propone examinar “nudos” o “grandes desafíos” de la vida peruana, tales como la salud pública, la educación, la economía, la discriminación desde distintas perspectivas, la migración, etc., dedicando cada volumen a un tema distinto, escrito por un especialista a modo de ensayo de divulgación, para acercar temas e investigaciones rigurosas a toda la ciudadanía lectora, promoviendo una reflexión crítica sobre el país, que estimule a su vez, mejores políticas y mejores prácticas que nos lleven a afirmar por fin una república de ciudadanos plenos e iguales.

HILDEBRANDO CASTRO-POZO CHÁVEZ

DIRECTOR EJECUTIVO

PROYECTO ESPECIAL BICENTENARIO DE LA INDEPENDENCIA DEL PERÚ



Presentación de la colección

La Biblioteca Bicentenario es una apelación cultural significativa a las y los peruanos, con motivo de la conmemoración de los doscientos años de la declaración de la independencia. Su diseño y ejecución demuestra el interés del Proyecto Especial Bicentenario por producir libros de calidad, que representen y analicen nuestra riqueza y complejidad históricas, así como la responsabilidad de las ideas y los sentidos de la palabra escrita para sintetizar y enjuiciar nuestro presente y proyectar nuestro futuro.

Nudos de la República es una colección dedicada a la reflexión sobre grandes problemas históricos y transversales del país, y a la discusión de sus posibles soluciones. Los libros de la serie recogen grandes temas identificados por el Estado peruano mediante el concepto «banderas del Bicentenario», a fin de presentar una síntesis diacrónica y analítica que incorpore, de manera dialógica y plural, los estudios y propuestas de la sociedad civil y la comunidad académica. En efecto, cada volumen trata sobre un tópico en específico: el racismo, la Amazonía, el plurilingüismo, las relaciones exteriores, la economía, la tradición oral, las epidemias y la salud pública, entre otros. La selección de los nudos y de las y los autores ha sido tarea del

Comité Editorial, conformado por especialistas del ámbito de las humanidades, las ciencias sociales y las ciencias naturales.

Definimos «nudos» como los problemas estructurales de la República, en la medida que constituyen los grandes retos del tercer siglo republicano, temas centrales para la gobernanza. Ellos evocan al quipu, a las primeras simbolizaciones y representaciones de información valiosa en el mundo andino, pero también a conflictos y articulaciones. Un nudo condensa, tensa, y a la vez contiene en su propia materialidad una salida, un des-enlace, una solución posible.

Esta colección ofrece una lectura y una interpretación de ejes transversales en nuestra república bicentenaria. Desde diferentes disciplinas, valiéndose de rigurosidad académica y de recursos expresivos del ensayo, se recorren conceptos, información actualizada, datos validados y diagnósticos críticos de prácticas sociales, todos los cuales son respaldados en la investigación. Con ello en cuenta, la redacción de cada libro ha sido encargada a un o una especialista de reconocida solvencia.

Esta serie presenta, de manera sintética y plural, y desde múltiples perspectivas político-ideológicas, lo analizado y discutido por la sociedad civil y la academia en torno a los mayores desafíos de la República. Nudos que unas veces nos agobian y otras lucen imbatibles son los que deben ser enfrentados para construir una sociedad menos desigual y fortalecer el bien común, el espacio público y el pensamiento crítico. En ese sentido, la finalidad general de esta colección es ofrecer, a las autoridades del Perú, los responsables de políticas públicas, los partidos políticos y la sociedad civil, herramientas que permitan tanto visibilizar y discutir dichas problemáticas,

como tomar decisiones y realizar acciones sociales orientadas a resolverlas.

Se trata de una serie de alta divulgación y, en consecuencia, está dirigida a lectores y lectoras con interés en la sociedad peruana, a aquellos y aquellas que buscan una comprensión cabal de fenómenos complejos, más allá de las simplificaciones empobrecedoras y las perspectivas polarizadoras. En un esfuerzo colectivo, llevado a cabo en medio de tormentas y abismos, el Comité Editorial del Proyecto Especial Bicentenario y un conjunto de distinguidos autores y autoras ofrecemos esta colección para pensar en libertad el país que queremos, presentando cual quipu los nudos o problemas de la República, pero también las posibilidades de leerlos, comprenderlos y desanudarlos de cara al futuro.

COMITÉ EDITORIAL

**Hitos hacia un mejor gobierno
de la ciencia, tecnología
e innovación en el Perú**
Desarrollo emergente

**FABIOLA LEÓN-VELARDE
ADOLFO LÓPEZ**



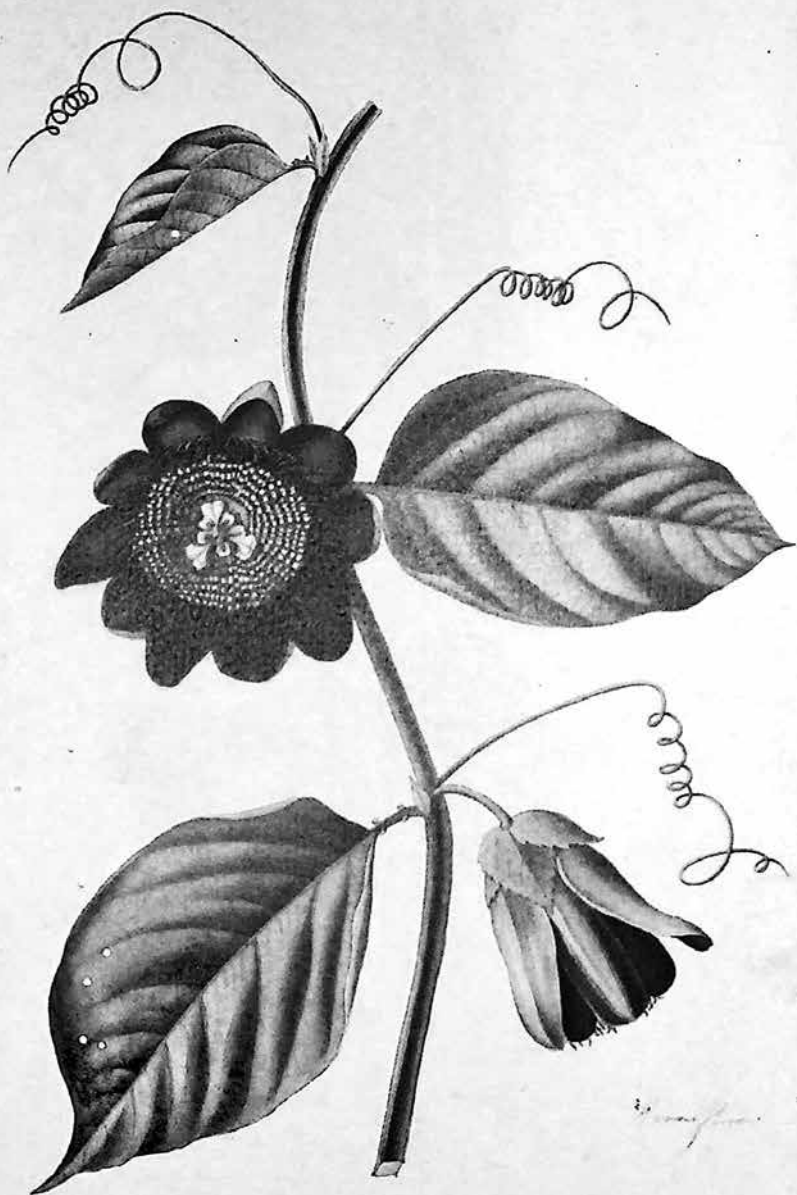
Una historia en imágenes



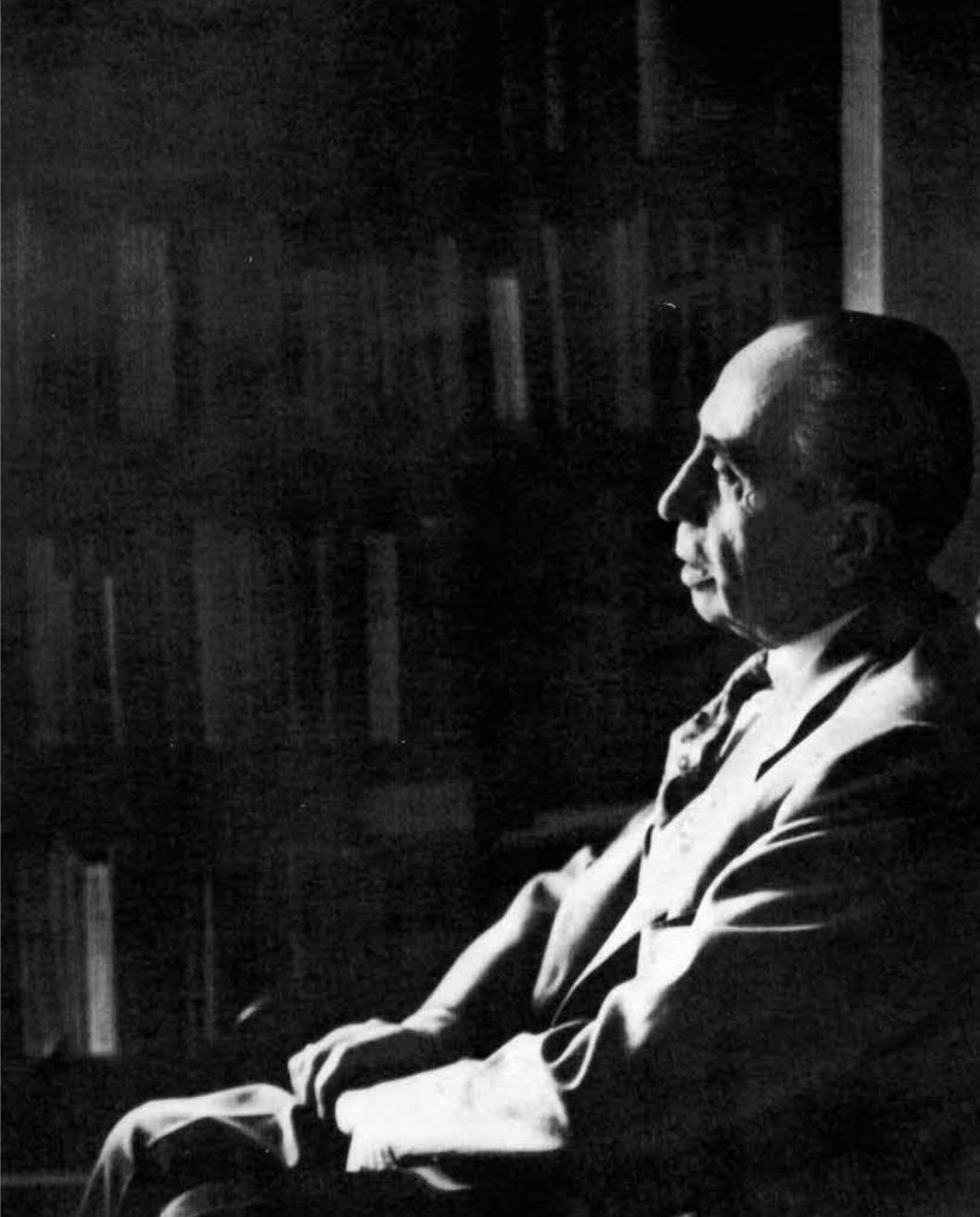
Escuela de Medicina de San Fernando (arriba) y Laboratorio "Pérez Roca" (abajo). La enseñanza de la medicina en Perú no siempre tuvo una base académica-científica. En San Marcos, el carácter escolástico de las cátedras se mantuvo hasta las postrimerías del virreinato. Con la fundación del Colegio de Medicina y Cirugía de San Fernando, que incorporó conocimientos científicos y técnicos en sus prácticas formativas, se da inicio a una verdadera educación médica moderna, convirtiendo en sus aulas y laboratorios a los médicos en el grupo de científicos mayoritario hasta bien entrado el siglo XX.



Precursor de la 'Era Espacial'. Pedro Paulet Mostajo (1874-1945) es el gran sabio arequipeño que fue pionero de la era espacial. Con sus inventos del motor impulsado con combustible líquido y un sistema de propulsión de cohetes desarrolló los principios de funcionamiento de las naves que conquistarían la Luna y el espacio. Mucho de su obra multidisciplinaria sigue oculta o dispersa, por eso Jorge Basadre, en su libro póstumo *Peruanos del siglo XX*, dijo sobre él que debemos dedicarle «suma atención» en la historia de las ciencias en Perú. Hoy su rostro en el billete de 100 soles es un homenaje.



Conocimientos de flora y fauna. El desarrollo de las ciencias naturales en el país estuvo representado en sus inicios por el naturalista Antonio Raimondi (1824-1890). En *El Perú*, su obra publicada en varios volúmenes —incluso póstumamente—, se observa en sus dibujos los detalles de animales, flores, plantas y paisajes que él consideraba debía ser conocida en el país y en el extranjero.



Científico humanista. Honorio Delgado Espinoza (1892-1969) fue médico, biólogo, ecólogo, psiquiatra, educador, filósofo, ensayista y literato. Sus aportes en la psicología y psiquiatría peruana y latinoamericana hacen que la influencia de su obra siga vigente. Fue uno de los fundadores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia de la que se convirtió en su primer rector.



Insigne médico e investigador peruano. Sus estudios de una biología y fisiología propia de los habitantes en los Andes peruanos, le permitieron demostrar a Carlos Monge Medrano (1884-1970) las conclusiones erradas que otros estudios determinaban sobre las pocas capacidades físicas y mentales de quienes vivían en las alturas. Síndromes Eritrémicos fue el nombre, y a su vez la causa, de la enfermedad de Monge (como se le llamó posteriormente en honor a su descubridor), que afectaba al nativo o residente de altura y que desaparece a nivel del mar.



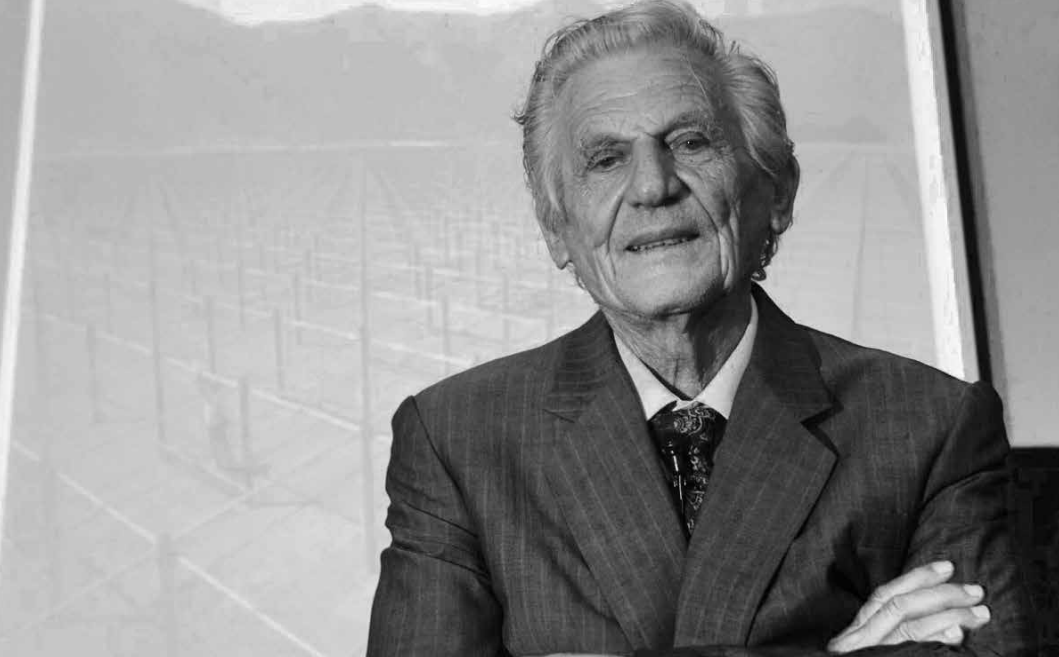
Santiago Antúnez de Mayolo Gobero (1887-1967). Desde un humilde pueblo, Aija, de Áncash, salió una de las más grandes mentes de nuestro país. Físico, matemático y químico, su trabajo en la creación de hidroeléctricas contribuyó al desarrollo del país. Tal fue su adelanto y el aporte en diversos campos de la ciencia, que muchas de sus hipótesis fueron confirmadas años más tarde, como su teoría de la luz, la materia, la gravitación y la existencia del neutrón y positrón. Fue un peruano que dio su vida al servicio del Perú.



Instituto del Mar del Perú (arriba) y Estudio de la profundidad marina (abajo). Conocer mejor nuestro mar, uno de los más ricos del mundo, es fundamental y estratégico. El antiguo Instituto de Investigaciones de los Recursos Marinos (Iremar) dio paso al Instituto del Mar del Perú (Imarpe), cuya finalidad es el estudio permanente de los recursos acuáticos del mar, ríos, lagos y lagunas, así como de las ciencias físicas del océano, la hidroquímica, la oceanografía geológica y marina.



Instituto de Medicina Tropical "Alexander von Humboldt". Desde su creación en 1968 en la Universidad Peruana Cayetano Heredia, lleva a cabo diversas investigaciones en enfermedades infecciosas y tropicales en Perú, adquiriendo relevancia no solo nacional sino de impacto internacional por la diversidad de campos de la medicina tropical, ligados a la prevención y control, aspectos clínicos, de diagnóstico, epidemiológicos, socio antropológicos y ecológicos.



Ronald Woodman (arriba) y Radio Observatorio de Jicamarca del Instituto Geofísico del Perú (abajo). Entender la geofísica de nuestro territorio a través de la investigación, el desarrollo tecnológico y el monitoreo de la actividad sísmica y volcánica, del movimiento de la corteza, eventos hidrológicos extremos, entre otros, es la principal tarea del Instituto Geofísico del Perú. El distinguido científico peruano y expresidente emblemático del IGP, Ronald Woodman, gestionó en dos oportunidades el Observatorio de Jicamarca, que posee una de las antenas más grandes de medición del campo magnético terrestre.



Primer ministro del Ambiente. Antonio Brack Egg (1940-2014) fue un científico, ambientalista y conservacionista peruano, nacido en 1940. Fue uno de los pioneros en la conservación de la naturaleza y creó el Ministerio del Ambiente en Perú, cuya cartera dirigió entre 2005 y 2010. Colaboró en distintas ocasiones con la organización ambientalista alemana Frankfurt Zoological Society (FSZ), destacando el proyecto de los años 70 que tenía como objetivo la protección de las vicuñas, especie que se encontraba en peligro de extinción.



Fachada del INIA (arriba) y Cultivos (abajo). Incorporar la tecnología al aprovechamiento de los recursos agrícolas es la tarea del Instituto Nacional de Innovación Agraria. Un ejemplo son los trabajos de cultivo para la propagación vegetativa, la estimación de biomasa y la regeneración natural en especies de Tornillo, *Cedrelinga cateniformis*, proyecto implementado en la Estación Experimental Agraria San Roque del INIA en Loreto.



Artículos para prevención de enfermedades. Las universidades nacionales de Piura, de Tumbes y de Ingeniería (UNI) y el Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas (CITEccal), una entidad técnica especializada del Ministerio de la Producción, se unieron para el desarrollo de indumentaria y calzado con propiedades antimicrobianas, repelentes y protección ultra violeta (UV) para prevenir enfermedades.



Impulso para el sector agroindustrial. La Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), con el apoyo del Concytec, desarrolla una investigación que busca obtener un aceite nutracéutico mediante extracción supercrítica, y una resina biodegradable a partir de la semilla de lúcuma. Esta fruta, originaria del Perú, que anteriormente se concentraba en los valles de Lima, actualmente se encuentra también en Ayacucho, La Libertad, Cajamarca y Huancavelica.



Equipos de investigación. En la foto se muestra el equipo de pulverización catódica (*magnetron sputtering*) para el desarrollo de nanosensores magnéticos y materiales de baja dimensionalidad para espintrónica del Laboratorio de Síntesis y Caracterización de Materiales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este sistema es usado para construir diversos materiales de estructura artificial, y revolucionará el desarrollo de dispositivos microelectrónicos.



Mujeres científicas. A pesar de las dificultades que encontraron en el camino, las pocas mujeres a quienes les abrieron las puertas del mundo científico, tuvieron un importante papel en el desarrollo de la ciencia en todas las épocas y lugares. La bióloga y médica Theresa Ochoa Woodell es una de las científicas peruanas con estudios que han tenido reconocimiento mundial. Sus investigaciones a nivel de ciencias básicas, estudios clínicos y epidemiológicos en lactancia materna, infecciones neonatales, patógenos respiratorios y entéricos y en desnutrición infantil, la convierten en uno de los referentes de la ciencia peruana.

Procedencia de las imágenes

1. **Escuela de Medicina de San Fernando.** Fachada de la Facultad de Medicina de San Fernando, 1930. Álbum Fotográfico Histórico de la Biblioteca. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
2. **Laboratorio "Pérez Roca".** Facultad de Medicina-Laboratorio "Pérez Roca", 1959. Álbum Fotográfico Histórico de la Biblioteca. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
3. **Precursor de la 'Era Espacial'.** Pedro Paulet (1874-1945), ca. 1898 . Fotografía en formato de *carte de visite* del estudio parisino de Eugenio Courret. Colección de Luis Eduardo Wuffarden.
4. **Conocimiento de flora y fauna.** Acuarela de Antonio Raimondi (1824-1890). Álbum Fotográfico Histórico de la Biblioteca. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
5. **Científico humanista.** Dr. Honorio Delgado Espinoza (1892-1969). Álbum Fotográfico Histórico de la Biblioteca. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
6. **Insigne médico e investigador peruano.** Carlos Monge Medrano (1884-1970). Archivo Familiar.
7. **Santiago Antúnez de Mayolo Gomero (1887-1967).** Fotografía sobre cartón del estudio de Luis S. Ugarte. Colección de Herman Schwarz.
8. **Instituto del Mar del Perú (Imarpe).** Fachada del Instituto del Mar del Perú. Archivo de la Oficina de Comunicaciones del Instituto del Mar del Perú.
9. **Estudio de la profundidad marina.** Lanzamiento de Roseta Oceanográfica para recolectar información de temperatura, salinidad, oxígeno y profundidad en la columna de agua. Archivo de la Oficina de Comunicaciones del Instituto del Mar del Perú
10. **Instituto de Medicina Tropical "Alexander von Humboldt".** Fachada del Instituto de Medicina Tropical "Alexander von Humboldt". Universidad Peruana Cayetano Heredia. Archivo del Instituto de Medicina Tropical "Alexander von Humboldt".
11. **Ronald Woodman.** Retrato del Dr. Ronald Woodman. Archivo del Instituto Geofísico del Perú.
12. **Radio Observatorio de Jicamarca del Instituto Geofísico del Perú.** Radio Observatorio del Instituto Geofísico del Perú (IGP), adscrito al Ministerio del Ambiente (Minam). Archivo del Instituto Geofísico del Perú.

13. **Primer ministro del Ambiente.** Antonio Brack Egg (1940-2014). Archivo del Ministerio del Ambiente.
14. **Fachada del INIA.** Foto del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Archivo de la Unidad de Imagen Institucional del Instituto Nacional de Innovación Agraria.
15. **Cultivos.** Trabajos de implementación de plantas madre para investigación en especies de Tornillo «*Cedrelinga cateniformis*» en la Estación Experimental Agraria San Roque-Loreto del Instituto Nacional de Investigación Agraria. Archivo de la Unidad de Imagen Institucional del Instituto Nacional de Innovación Agraria.
16. **Artículos para prevención de enfermedades.** Indumentaria y calzado con propiedades antimicrobianas, repelentes y protección ultra violeta (UV) para prevenir enfermedades. Proyecto de Investigación Aplicado del Concytec-Banco Mundial. Foto de Karla Páez/Concytec.
17. **Impulso para el sector agroindustrial.** Aprovechamiento de la semilla de lúcumo para la extracción del aceite funcional por CO₂ supercrítico y el aislamiento de polímeros para el desarrollo de una resina biodegradable, como un aporte al sector agroindustrial y una contribución con el medio ambiente. Proyecto de Investigación Aplicado del Concytec. Foto de Karla Páez/Concytec.
18. **Equipos de investigación.** Laboratorio de Síntesis y Caracterización de Materiales. Centro de Investigaciones Tecnológicas, Biomédicas y Medioambientales. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
19. **Mujeres científicas.** Foto de Theresa J. Ochoa Woodell. Concedida por la misma científica peruana.



Introducción

Las condiciones del territorio donde se desarrollaron importantes culturas del antiguo Perú exigieron el impulso de la actividad inventiva de sus pobladores, en los campos de la agricultura, la conservación de alimentos y la hidráulica para dominar la agreste cordillera de los Andes. También se registraron importantes progresos tanto en la metalúrgica, la medicina y la astronomía como aquellos vinculados con la actividad textil y la cerámica. Ello, además de tecnología aplicada a la construcción y a los sistemas de transporte, entre muchas otras actividades. Basta recorrer el territorio nacional para ver los sistemas de andenes¹ y de regadío, los canales o el uso de la *chaquitacla*², que aún persisten; los puentes de cuerdas, los quipus³ o las construcciones de Machupicchu y Sacsayhuamán; o los cuerpos con intervenciones médicas utilizando el *tumi*⁴ para confirmar la existencia del desarrollo científico de nuestros antepasados.

-
- 1 Conjunto de terrazas escalonadas construidas en las laderas de las montañas andinas y rellenas con tierras de cultivo.
 - 2 Herramienta utilizada en la agricultura. Consiste en un palo con una punta encorvada de piedra o metal, al que se añade otro palo transversal donde el agricultor apoya el pie para hundir la punta de la herramienta en la tierra.
 - 3 Fue un sistema de contabilidad y registro de información, consistente en cuerdas anudadas de diversos colores, elaboradas en lana o algodón.
 - 4 Tipo de cuchillo ceremonial, utilizado sobre todo en las prácticas médicas y los sacrificios rituales de las antiguas culturas del norte peruano.

Con la llegada de los españoles al territorio peruano, en 1492, no se aprovechó la verdadera dimensión de la tecnología andina y tampoco hubo un mayor desarrollo científico hasta finales del siglo XVIII, cuando los peninsulares organizaron las llamadas expediciones científicas con el propósito de llevar a cabo estudios de geografía y biología en el nuevo continente para identificar los productos naturales que podían ser explotados y exportados a la metrópolis.

En los inicios de la República, la cultura científica que surgió alrededor de ciertas instituciones y revistas no estaban necesariamente vinculadas a la política pública⁵, comenzándose la formación de científicos recién en 1855 con la creación de la Facultad de Ciencias en la Universidad de San Marcos; luego se crearon otras escuelas y universidades, por lo general centralizadas en Lima y con el apoyo del Estado, que aportaron en dicho propósito, aunque sin mayor vinculación con el sector empresarial. La mayor producción científica de ese entonces se orientó al estudio de la medicina (medicina y salubridad y ciencias médicas), al que le siguió, aunque en menor medida, los estudios sobre botánica y zoología, geografía, ingeniería y tecnología en general.

Ello no implica que en ese período no se registraran aportes notables para la ciencia y la tecnología de parte de científicos peruanos. El ferrocarril central, en el campo de la ingeniería; los estudios sobre el tifus exantemático, la verruga peruana, la viruela, la tuberculosis, la lepra, la fisiología de adaptación a la altura, en el campo de la medicina; la construcción de una máquina voladora movida por propulsión mecánica, en el campo

5 Las políticas públicas son el producto de los procesos de toma de decisiones del Estado frente a determinados problemas públicos. Estos procesos de toma de decisión implican acciones u omisiones de las instituciones gubernamentales.

de la aviación; el motor-cohete espacial de combustible líquido y el diseño del avión torpedo, primer antecedente de una nave impulsada por cohetes, en el campo de la física y la aeronáutica. En lo concerniente a la geografía, destaca la elaboración del *Atlas Geográfico del Perú* (1865), de Mariano Felipe Paz Soldán, la primera gran síntesis de la geografía peruana; respecto a la botánica, la publicación del catálogo de plantas existentes en el Perú; además de aportes en los campos de la geografía, geología, meteorología, botánica, zoología, etnografía, arqueología, entre otros.

La falta de una política pública estructurada en materia de ciencia y tecnología subsistió hasta 1968, cuando se crea el Consejo Nacional de Investigaciones (CONI) para promover y liderar el desarrollo de la ciencia y la tecnología como política pública; en 1981 se transformó en el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). En el marco de la nueva gobernanza en materia de ciencia y tecnología en el país, en 1983, el CONCYTEC planteó los primeros Lineamientos de Política Científica y Tecnológica para el Perú, para luego actualizarlos con una visión de mediano plazo (1986-1990), que tuvo dificultades para su implementación debido a la difícil situación política y económica por la que atravesó el país en esos años. Los cambios en las políticas de gobierno registrados a inicios de la década del noventa, que incidieron en una menor participación del Estado en la economía y la planificación, tuvieron un efecto negativo en la acción de la política en ciencia y tecnología. Sin embargo, con la promulgación de la vigente Constitución Política del Perú se estableció que «Es deber al Estado promover el desarrollo científico y tecnológico del país» (artículo 14).

Sobre esa base, y en los avances en la modernización del diseño institucional del Estado peruano y el desempeño de la economía nacional, en el 2002 se suscribió el Acuerdo Nacional entre partidos políticos y entidades de la sociedad civil, en el que se incluye un capítulo específico (Política 20) respecto al desarrollo de la ciencia y la tecnología, y se elaboró el Plan Nacional de Emergencia en Apoyo de la Ciencia, Tecnología e Innovación.

Dos años después, en el 2004, se promulgó la Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica y se estableció el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (SINACYT), enfatizando el interés nacional por las actividades de desarrollo, promoción, consolidación, transferencia y difusión de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) como necesidad pública. En el 2006 se aprobó el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano. Luego, en el 2016, se adoptó la Política Nacional de Ciencia y Tecnología.

Sin embargo, el esfuerzo normativo no fue acompañado con los recursos necesarios para promover, de manera significativa, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, observándose una constante respecto a la insuficiencia de incentivos económicos, la carencia de investigadores y personal calificado, así como reducida cultura de investigación.

Existen, sin duda, importantes esfuerzos, aunque aislados y discontinuos. Es recién a fines de la primera década del presente siglo que el Perú le da importancia a la ciencia, la tecnología y la innovación, incrementando la asignación de recursos públicos, pero sin llegar a niveles registrados en los países de la región, con lo que se registró un avance significativo en la investigación a nivel nacional. No obstante, persiste como una

grave carencia el escaso conocimiento de la conducta innovadora de las empresas.

El entorno actual y las demandas de un mundo cada vez más interrelacionado y en franca competencia exigen que el Perú aborde la investigación científica con seriedad, requiriendo invertir en estudios sobre nuestros recursos naturales, ecosistemas, fuentes de energía y agua, bosques, cambio climático, entre otros. En lo concerniente a la ciencia de la salud humana, la demanda se origina en la presencia de enfermedades endémicas y desatendidas, como la leishmaniosis, la enfermedad de Carrión, el HTLV-1, la malaria, el dengue, la chikungunya, la leptospirosis y la tuberculosis multidrogorresistente; de enfermedades crónicas, como la anemia, las cardiovasculares, el cáncer y la diabetes; de enfermedades respiratorias, como el asma; de enfermedades epidémicas, como el cólera y la influenza; y ahora de enfermedades pandémicas, como la COVID-19. En el ámbito de la salud animal existe la necesidad de desarrollar más estudios vinculados con la brucelosis, la fiebre aftosa, la peste bovina, la bronquitis infecciosa y la tuberculosis aviar. En el sector industrial se requiere conocer, con mayor profundidad, las nuevas tecnologías necesarias para desarrollar una nueva o mejorada producción, como sería el caso del internet de las cosas, la computación en la nube, el *big data* y la minería de datos, la inteligencia artificial, la robótica, la realidad virtual y aumentada para simulaciones, la ciberseguridad, la impresión 3D, por mencionar los más conocidos. En el ámbito de la investigación social, a los temas tradicionales de la historia, la pobreza, la educación y la desigualdad habría que agregar los relativos a la corrupción, la etnografía, la desprotección social y la informalidad, la igualdad de la mujer y las poblaciones vulnerables; y ahora, como lección aprendida de la pandemia,

el rol de la ciencia, la tecnología y la innovación y de las ciencias sociales en la salud.

Del lado de la oferta de recursos para la investigación científica, si bien desde el segundo lustro del siglo XXI se observa un incremento de agencias del Estado que promueven el desarrollo de la investigación en el país, históricamente se registra un nivel reducido de inversión proveniente tanto del sector público como del sector privado, que por la propia idiosincrasia nacional y razón de ser de su negocio no tiene una mayor predilección por esta actividad.

Las demandas de investigación señaladas, sumadas al histórico nivel deficiente de oferta de financiamiento para la investigación en CTI en el Perú nos llevan a ser conscientes de las dificultades para lograr cerrar las brechas entre oferta y demanda en el campo de la investigación. En consecuencia, en nuestro país se requiere una mayor claridad acerca de la dirección y el rumbo que debe tomar la investigación en los ámbitos económico, productivo y social, sin perder de vista las restricciones que surgen de la situación política y económica por la que atraviesa el Perú pospandemia y por la importancia que se le asigna a la CTI.

La estrategia sería, desde el lado de la oferta, incrementar de manera significativa los recursos que se destinen a la investigación, tanto en el sector público como en el sector privado, y definir una priorización en cuanto a dónde destinar estos recursos, en particular los de origen público. Del lado de la demanda, los investigadores y las entidades que hacen investigación tendrían que racionalizar y alinear sus intereses a las prioridades que se definan.

Una preocupación esencial de todo país es la aspiración al desarrollo sostenible, siendo una restricción para su logro las

condiciones técnicas del sistema de producción; esta situación se observa, en particular, en economías en vías de desarrollo o en desarrollo intermedio, como es el caso del Perú. Economías basadas sobre todo en actividades primarias de poco valor agregado no aportan mucho a dicha aspiración. Existe consenso respecto a que el conocimiento y el desarrollo tecnológico son las principales determinantes del crecimiento económico, el progreso y la elevación del nivel de vida de la población, tal como se observa en los países desarrollados y en aquellos emergentes, como los denominados «tigres asiáticos» que lo han logrado con rapidez. Por ello, hay que asumir este convencimiento como una política pública revelada, permanente, consistente y de largo plazo.

En las últimas décadas, el Perú estuvo experimentando un crecimiento económico sostenido, lo que le permitió calificar como un país de medianos ingresos. Sin embargo, este modelo de crecimiento no será sostenible a mediano y largo plazo si en paralelo no se realizan las reformas necesarias que permitan mejorar la eficiencia en el uso de los factores productivos del país. Esto obliga a establecer nuevas prioridades en materia de inversión pública que promueva un crecimiento económico sustentado en fuentes más duraderas, lo que necesariamente requiere de una fuerte inversión en recursos humanos y en innovación tecnológica. Se trata de elevar la productividad, utilizar mejor los recursos propios y de abordar nuevas etapas de producción, al igual que nuevos o mejorados productos. En ese orden de ideas, también es necesario resaltar el papel de la diversificación de las exportaciones para reducir la volatilidad y dependencia externa y acelerar el crecimiento económico. Es aquí donde tiene un importante rol que cumplir la inversión pública y privada en CTI para propiciar dicha diversificación.

En ese contexto es válido plantearse la siguiente pregunta: ¿para qué la adquisición de nuevos conocimientos y tecnologías? En principio, una respuesta sería: para acelerar los procesos productivos y orientarlos a aquellas actividades que califican como estratégicas para el desarrollo del país. Ello implica, en lo que a la CTI respecta, estrategias de priorización y focalización debido a nuestros escasos recursos, más aún los públicos, que están sujetos al erario nacional y que, por su naturaleza, son siempre limitados. En este momento pospandemia, en el que el país busca establecer las condiciones necesarias para reactivar su economía y acomodarse mejor a un mundo globalizado, es indispensable que la inversión pública en CTI (incluyendo recurso humano calificado, infraestructura, equipamiento y organización adecuada) se destine a la búsqueda de modificar la matriz productiva del país, a fin de desarrollar producciones con mayor valor agregado, asegurando su competitividad y productividad sobre la base de criterios de calidad, rentabilidad y estandarización de la producción, además de dotar pertinencia, efectividad y eficacia a los recursos escasos que se asignen. De este modo, hay que buscar la implementación y consolidación de nuevas formas y métodos productivos más eficientes, fundamentados en el uso intensivo de la CTI de acuerdo al interés nacional.

La velocidad exponencial del avance tecnológico ha venido a desafiar el papel que cumple el Estado como actor importante en la creación de las condiciones necesarias para hacer frente a los cambios, generar un desarrollo sostenible y crear valor con las tecnologías. En ese sentido, este ensayo pretende sustentar que el Estado, revelando su prioridad a favor de orientar el gasto público en CTI para lograr la adaptación y transformación de la matriz productiva, juega un papel indis-

pensable para potenciar el desarrollo. Esto implica la creación de capacidades productivas: no solo invirtiendo en infraestructura, sino también creando conocimiento, innovación y nuevas tecnologías que permitan crear condiciones y nuevos mercados en donde interactúen las empresas, las instituciones educativas y las agencias públicas en un mismo propósito, que es el de crear riqueza, distribuirla de forma equitativa y encontrar la senda de un progreso sostenido para la sociedad peruana. Este concepto no es reciente, la economista Mariana Mazzucato (2018) insiste en que este es el modelo correcto, pero resulta lamentable que nunca se haya desarrollado con seriedad en el Perú.

Aunque son diversos los temas que abordaremos, un punto central radica en los pocos recursos que los sucesivos gobiernos han invertido y la indiferencia con la que han actuado para acortar las grandes brechas que existen en un área como la CTI, fundamental para el desarrollo de toda sociedad. Consideramos que, aun después de doscientos años de vida republicana, un nudo que no ha podido desatarse es el de dotar a la ciencia, la tecnología y la innovación de una significativa inversión de recursos públicos y privados, un marco institucional eficiente, integrado y flexible y una voluntad política acompañada de una estrategia de largo plazo. Si bien contamos ya con un nuevo y más adecuado sistema de gobernanza —el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SINACTI), creado en julio del 2021—, la promesa de un ministerio para la ciencia y la tecnología como una nueva función del Estado, así como con importantes esfuerzos para desarrollar la ciencia y la tecnología en los últimos diez años, es evidente que esto no es suficiente para que estos impacten en el desarrollo

sostenible del Perú y en el bienestar de todos los peruanos y peruanas.

En base a lo expuesto, en la primera parte de este texto se revisa la evolución de la CTI en el Perú. En ella se muestran las etapas, los personajes y los eventos importantes en la historia de la CTI en el país y se describe al SINACTI. Luego se presenta la experiencia en la planificación y las políticas y planes del sistema, además de la importancia de la nueva Ley Universitaria para el avance de la investigación en el Perú. Asimismo, se realiza un recuento de la inversión y la participación de las agencias en el desarrollo de la CTI, se explica la evolución de la economía nacional y se presenta un breve análisis comparativo del desempeño en otras realidades.

En la segunda parte del libro se presenta la situación actual de la CTI en el Perú, donde se analizan las capacidades del país para el desarrollo de la CTI, considerando a la universidad, los institutos públicos de investigación y otras entidades sectoriales, así como su importancia en el progreso del ecosistema de investigación. En la tercera sección se tratan temas relacionados con el futuro de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú, haciendo hincapié en los principales problemas que son indispensables de resolver para alcanzar un mejor desempeño de la inversión; con ese fin, se explica qué políticas de Estado se debería aplicar para fomentar, de forma adecuada, la investigación y la innovación en el país, en particular en lo referente a poner en práctica, con mayor eficiencia, la política de productividad y competitividad, que es base y sustento de la transformación y diversificación productiva.

Es importante esclarecer que una propuesta como la planteada incluye las diversas actividades relacionadas a la ciencia y la tecnología, a saber: la investigación fundamental o bási-

ca⁶, la investigación aplicada⁷, el desarrollo experimental⁸ y la innovación⁹, tal como se señala en el *Manual de Frascati* (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2015). Este manual, aceptado a nivel internacional, define las acciones científicas y tecnológicas, así como los ámbitos para la investigación y el desarrollo basado en ciencia, tecnología e innovación. Es decir, nuestra narrativa no plantea dejar de lado la construcción de capacidades, hasta hoy empleadas en el país, como los intercambios académicos, la investigación científica multidisciplinaria y el apoyo a la producción científica en general. Por el contrario, reconocemos que la ciencia fundamental y la tecnología son, en la actualidad, claramente interdependientes.

Si bien hasta mediados del siglo pasado la ciencia y la tecnología se desarrollaban por caminos paralelos (la ciencia como una actividad sobre todo intelectual y la tecnología como una práctica); en la actualidad, y durante los últimos sesenta años, se evidencia que ambas han logrado identificarse de forma progresiva. La ciencia depende cada vez más del empleo de tecnologías modernas para mejorar y ampliar su capacidad de medir y entender el mundo que nos rodea, en tanto

-
- 6 La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden, de manera sustancial, para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin la necesidad de darles alguna aplicación o utilización determinada.
 - 7 La investigación aplicada consiste en realizar trabajos originales para adquirir nuevos conocimientos, pero en lo fundamental está dirigida hacia un objetivo práctico específico.
 - 8 El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes obtenidos a partir de la investigación o la experiencia práctica, la producción de nuevos conocimientos que se dirigen a la fabricación de nuevos productos o procesos y la mejora de los productos o procesos que ya existen.
 - 9 La innovación consiste en ofrecer al mercado productos nuevos o muy mejorados, así como en encontrar formas más efectivas (mediante la puesta en práctica de procesos y métodos nuevos o muy mejorados) de comercializar los productos.

que la tecnología no progresaría lo suficiente si la ciencia no la proveyera de nuevos conocimientos, modelos físicos y matemáticos o materiales recientes con propiedades específicas demandadas durante los procesos productivos.

Las tecnologías modernas y avanzadas (bio y nanotecnologías, tecnologías digitales de la información y la comunicación, la genómica, la inteligencia artificial, las tecnologías de nuevos materiales, etc.) son producto de la investigación científica. La tecnología moderna ha sido desarrollada también por científicos, generando conocimiento e importantes aportes para la producción de bienes y servicios. Ahora, ciencia y tecnología son una unidad, como manifiesta de manera reiterada Benjamín Marticorena (2004), físico de profesión y autoridad en CTI, por lo que su separación resulta contraproducente para el desarrollo sostenible.

En el Perú y el mundo nos enfrentamos a un serio dilema, debemos mantener e incrementar la productividad, pero en las actuales condiciones de producción, sin proteger el medioambiente y no considerar el desarrollo cultural, vamos de frente hacia un despeñadero. Requerimos entonces de otras disciplinas, en particular de las ciencias sociales y humanas, para que contribuyan con proveer una comprensión más cabal de las cosas mediante una adecuada conjunción de conocimientos particulares y ancestrales. Reconocer y cultivarse en la diversidad que nos rodea no implica abandonarse a la dispersión; por el contrario, experimentar, compartir y cultivar la diversidad de saberes y disciplinas nos permite una correcta apropiación del mundo científico, pues nos confiere de un horizonte integrador que, vinculando a las otras esferas del saber, aproxima la ciencia a la sociedad y nos relaciona más a lo que somos, es decir, seres multidimensionales. Si solo con-

táramos con la ciencia y la tecnología seríamos inútiles para capturar la pluralidad y complejidad del mundo que nos rodea y, por lo tanto, incapaces de poner a la ciencia, la tecnología y la innovación al servicio pleno del mundo y de los seres que lo habitan. Por ahora, la Tierra es el único planeta que disponemos para vivir, por lo que debemos de preservarlo para las futuras generaciones.

1

Evolución de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú

1.1. Etapas y eventos importantes en nuestra historia

En la época prehispánica, los pueblos que habitaron en lo que ahora es el territorio del Perú desarrollaron diversas ramas de las ciencias como la astronomía, la medicina y las matemáticas. Son de resaltar los desarrollos tecnológicos aplicados en la agricultura y la hidráulica, como se puede observar en el sistema de andenería que hasta hoy subsiste y la domesticación de cultivos. También merece ser mencionada la arquitectura, que nos ha dejado edificaciones que pueden ser admiradas hasta la fecha, así como el manejo de los materiales que se observan en las construcciones de esa época¹⁰. Sin embargo, los antiguos peruanos no contaron con la escritura como la conocemos hoy y nunca se independizaron de la religión, la magia y el empirismo. Este proceso inventivo nativo fue afectado de manera grave con la llegada de los españoles, quienes no aprovecharon la tecnología andina en su verdadera dimensión por no adecuarse a los estándares de la «ciencia occidental». No obstante,

10 Ello sin dejar de reconocer la importancia del desarrollo de los quipus, la trepanación de cráneos y las aleaciones de cobre.

hacia finales del siglo XVIII, conocer el territorio «conquistado» condujo a los españoles a organizar las llamadas expediciones científicas con el propósito de llevar a cabo estudios de geografía y biología en el nuevo continente y así identificar los productos naturales que podrían ser explotados.

A principios del siglo XIX, en nuestro país se contaba con hombres de ciencia, pero estos tenían una formación en gran parte autodidacta. La formación de científicos comienza recién en 1855 con la creación de la Facultad de Ciencias en la Universidad de San Marcos; en efecto, esta institución educativa siguió siendo la única formadora de científicos hasta bien entrado el siglo XX. En el período colonial hubo actividad científica y técnica relacionada tanto con la observación y el registro de fenómenos naturales como con la transformación de las condiciones de vida, pero no hubo (o solo de forma parcial y al final de dicho período) formación especializada de técnicos y científicos (López Soria, 2004).

En ese contexto, López Soria (2004) advierte que la formación para el trabajo productivo quedó en manos de los gremios y centros de producción. Solo al final de ese período se crearon instituciones (por ejemplo, la Escuela Náutica, la Escuela de Pilotaje, el Anfiteatro Anatómico, el Jardín Botánico y el Colegio de Medicina y Cirugía de San Fernando) que incorporaron conocimientos científicos y técnicos en sus prácticas formativas y profesionales. Asimismo, en el ámbito de la minería se intentó crear una Escuela de Metalurgia y, luego, un Colegio de Mineralogía, pero ambos intentos solo quedaron en buenas intenciones (López Soria, 2004).

Por su parte, Cueto (1986a) señala que la cultura científica que emergió en el Perú a inicios de la República fue alentada

por el positivismo¹¹, organizándose alrededor de ciertas instituciones y revistas que alcanzaron notable reconocimiento y adquiriendo singulares características, entre las que menciona: 1) empieza a surgir la investigación, pero permaneció como un desarrollo marginal; 2) no existió continuidad en los esfuerzos por hacer de la investigación una actividad sistemática; y 3) no es posible hablar de una profesionalización de la investigación para este época, dado que la mayoría de los científicos no pudieron serlo a tiempo completo y esto impidió la formación de una verdadera comunidad científica. Al respecto, el autor señala que la mayoría de los científicos eran médicos y debían cumplir su labor principal en hospitales y consultorios, utilizando su tiempo libre en el nosocomio para realizar investigación. Ello propició un mayor desarrollo de las ciencias médicas y la investigación aplicada que de las ciencias exactas. Estas últimas fueron practicadas de manera individual y con poca comunicación con la comunidad científica internacional.

En la historia republicana se presentaron dos situaciones que influyeron en el desarrollo de la enseñanza y la investigación en ciencia y tecnología: 1) el Perú comenzó a contar con cierta riqueza producto de la comercialización del guano de las aves marinas, lo que le permitió diversificar la posibilidad de explotar otros recursos naturales (minerales, agrícolas y energéticos) que demandaban un mayor número de científicos que estudiaran esas posibles riquezas e ingenieros y técnicos que las explotasen¹²; y 2) el progreso de las potencias industrializadas registrado a partir de la segunda mitad del siglo xx (Esta-

11 Entendido como la aplicación del método de la observación y de experiencia a la sociedad.

12 A mediados del siglo xx se llevaron a cabo importantes investigaciones en ciencias como la astronomía, la botánica y la medicina. Además, se crearon varias universidades que contribuyeron con la promoción de la investigación y la difusión del conocimiento científico.

dos Unidos, Unión Soviética, Francia y Reino Unido), que extiende y diversifica la oferta formativa en general, en especial de las ciencias y las tecnologías, abriendo posibilidades reales para una investigación científica y tecnológica de mayor nivel.

En ese entonces, para acompañar el incipiente proceso de desarrollo industrial, el Perú avanza con la promoción de la educación técnica, creando la Escuela de Agricultura y Veterinaria (1901) —en la actualidad, Universidad Nacional Agraria La Molina—, el relanzamiento de la Escuela de Artes y Oficios de Lima (1904) y la reforma y diversificación de los estudios en la Escuela de Ingenieros (1909-1910) —en la actualidad, Universidad Nacional de Ingeniería—. Dicho proceso fue centralizado en Lima, además de impulsado y sostenido por el Estado. Tuvieron que pasar varios años para que se incorporen las universidades de provincias y se amplíe a la participación del sector privado; uno de estos casos se produjo en 1933 con la creación de especialidades de Ingeniería en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

TABLA 1. Hitos del desarrollo de las instituciones vinculadas a la ciencia y la tecnología en el Perú.

Instituciones	Año de creación
Sociedad de Amantes del País	1792
Colegio de Medicina y Cirugía de San Fernando	1811
Comisión Central de Ingenieros	1853
Facultad de Ciencias (en la Universidad de San Marcos)	1855
Escuela de Artes y Oficios de Lima	1860
Instituto de Agricultura (antecedente de la Escuela de Agricultura; en la actualidad, Universidad Nacional Agraria La Molina)	1869-1870
Escuela de Ingenieros de Construcciones Civiles y de Minas (en la actualidad, Universidad Nacional de Ingeniería)	1876

Escuelas de Capataces y Contra maestros de Minas	1887
Sociedad Geográfica de Lima	1888
Sociedad Nacional de Minería	1896
Junta de Vías Fluviales (dependencia del Ministerio de Relaciones Exteriores)	1901
Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria (en la actualidad, Universidad Nacional Agraria La Molina)	1901
Museo de Historia Natural de la Universidad de San Marcos	1918
Comisión de la Fiebre Amarilla de la Fundación Rockefeller	1919
Sociedad Geológica del Perú	1924
Academia de Ciencias	1927
Instituto de Biología Andina (en la Facultad de Medicina de la Universidad de San Marcos)	1931
Especialidades de Ingeniería (en la actualidad, Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú)	1933
Especialidades de Matemáticas, Física y Química (en la Universidad de San Marcos)	1935
Ministerio de Salud Pública	1935
Instituto Nacional de Salud (dependencia del Ministerio de Salud)	1936
Facultad de Ciencias Químicas (en la Universidad de San Marcos)	1946
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (en la Universidad Nacional de Ingeniería)	1961
Instituto de Investigaciones de Altura (en la Universidad Peruana Cayetano Heredia)	1961
Instituto de Matemáticas Puras y Aplicadas	1963
Carrera de Física (en la Universidad de San Marcos)	1966
Carrera de Física (en la Pontificia Universidad Católica del Perú)	1972
Instituto de Matemáticas y Ciencias Afines (en la Universidad Nacional de Ingeniería)	1997

A pesar de estos esfuerzos, en la segunda mitad del siglo xx, el Perú fue uno de los países de América Latina que emprendió con mayor retraso la modernización de su base productiva. A inicios de los años sesenta se adoptó un conjunto de medidas para impulsar la actividad industrial en el marco de la estrategia de industrialización por sustitución de importaciones, por entonces en boga. En esta misma época, en el Perú se creó por primera vez un instituto público de planificación y se efectuaron algunas inversiones en actividades productivas consideradas estratégicas, con el propósito de dotar al Estado de un rol más activo en el desarrollo nacional.

1.2. Aportes científicos notables

Marcos Cueto (1986b), en su trabajo sobre una aproximación bibliográfica a la historia de la ciencia y la tecnología en el Perú, coincide en identificar que, entre las casi 450 obras consideradas, la mayor producción científica se concentra en los siglos xix y xx (223 obras en total), confirmando que durante el período colonial y los inicios republicanos no hubo mayor producción científica en el país (165 obras en total para los siglos xvi-xviii), aunque señala, como también lo hace Basadre (1968), que hubo esfuerzos individuales loables. En su trabajo, Cueto clasifica las obras analizadas según temas, lo que permite señalar que la mayor producción se orientó al estudio de la medicina (medicina y salubridad y ciencias médicas), representando más del 30% de los títulos. Le siguen, aunque en menor medida, las obras de botánica y zoología, geografía, ingeniería y tecnología en general.

Un tema medular de la ingeniería en la segunda mitad del siglo XIX fue el de los ferrocarriles. La integración transversal del Perú era una necesidad, pues llegar desde Lima a la Oroya podía tomar hasta seis días, lo que ciertamente no alentaba el comercio ni el desarrollo de los Andes. Se construye así el Ferrocarril Central, principal sustento de la economía de la sierra central y de Lima, con un recorrido de 380 km, siendo una proeza de la ingeniería peruana no solo por los caminos que tuvieron que dominar, los que se encontraban entre los más altos del mundo, sino también por la poca tecnología de la que se disponía. En la práctica, solo utilizando teodolitos para realizar sus mediciones, los ingenieros construyeron 66 túneles y 61 puentes, siendo uno de los más impresionantes El Infiernillo, con 62 m de largo, para cuya instalación se requirió habilitar tres túneles, al interior y a lo largo de las montañas. Aun cuando se vio en el Perú logros tecnológicos importantes, estas obras no entrañaron la generación de conocimiento propio, pero se comenzó a sentar las bases profesionales para generar ciencia y tecnología en el país.

Para sistematizar la representación de los investigadores, en la literatura científica se clasifican en aquellos que aportaron nuevos conocimientos en las ciencias médicas, físicas, matemáticas y naturales. En las ciencias médicas destaca Hipólito Unanue (1755-1833), miembro reconocido de sociedades científicas europeas como la Real Academia Médica de Madrid, la Academia de Ciencias de Baviera, la Academia Linneana de París y las academias filosóficas de Filadelfia y Nueva York. En 1816 fue incorporado por la Real Academia de Ciencias de Múnich. Su publicación *Observaciones sobre el clima de Lima y su influencia en los seres organizados y en especial el hombre* (1806) analiza en detalle la influencia del clima sobre las distin-

tas especies de seres vivos, preocupado como estaba Unanue en demostrar el efecto del clima, en particular la temperatura y la humedad, sobre las enfermedades humanas. Esta publicación de Unanue se adelantó a su tiempo, pues además de incorporar las nuevas ideas que se desarrollaban en ese entonces en Europa sobre la higiene pública, plantea también sus efectos en animales y vegetales; algunas de sus conclusiones señalan que el sol es necesario para la generación y evolución de la vida y que la radiación y la humedad son fundamentales para el crecimiento de las plantas.

Las mediciones meteorológicas de Unanue no eran las únicas que venían haciéndose en América del Sur, aunque sí serían las primeras en establecer las íntimas vinculaciones entre clima y salud. Esta obra es considerada como el primer trabajo verdaderamente científico sobre la salud en el Perú, pues parte de una teoría general, la aplica al ámbito local, adecuándola al contexto sobre la base de observaciones que son medidas, predice resultados y luego los contrasta con la realidad. Si bien ahora sabemos que la influencia del medioambiente no es tan directa sobre ciertos aspectos como la inteligencia, tal como planteaba Unanue, esas eran las condiciones del estado del conocimiento durante aquella época (Salaverry, 2016). La labor de Unanue en el campo de la medicina fue notable, pero además fue él quien impulsó los principales proyectos de modernización del país, como el establecimiento del Anfiteatro de Anatomía y la creación de la Escuela de Medicina.

Siempre en el ámbito de la medicina, Cayetano Heredia (1797-1861) se abocó en reorganizar y modernizar el Colegio de Medicina para poner las ciencias que allí se estudiaban al nivel de los adelantos de Europa, sobre todo de la escuela francesa, instalando laboratorios, gabinetes, bibliotecas y otorgando be-

cas a los mejores estudiantes, quienes fueron enviados al Viejo Continente para seguir cursos de perfeccionamiento. En 1856, luego de inaugurarse la moderna Facultad de Medicina de la Universidad de San Marcos, Cayetano Heredia fue nombrado como su primer decano.

Por su parte, Maxime Kuczynski-Godard (1890-1967), notable médico de origen alemán, arribó al Perú en 1936 para trabajar, de forma muy activa, en el Instituto de Medicina Social de la Universidad de San Marcos con Carlos Enrique Paz Soldán; luego fue convocado al Ministerio de Salud Pública por Constantino Carvallo, quien le encargó importantes responsabilidades sanitarias, primero en la Amazonía y, después, en la sierra de nuestro país.

Desde sus expediciones médicas realizadas en Siberia, Mongolia y China, Kuczynski-Godard tuvo interés en la influencia de los factores geográficos, socioculturales y económicos, así como los psicosomáticos y alimenticios en las enfermedades de las poblaciones rurales, para lo cual empleó diversos métodos de investigación. Además de los habituales exámenes clínicos, microbiológicos y autopsias, hizo estadísticas y observaciones etnográficas, estudios físico-antrropológicos y climatológicos y consultó fuentes históricas, lo que le permitió una visión holística de la patología. La convivencia del médico-investigador con la población de estudio y su participación en la vida cotidiana se convirtieron también en los pilares de la concepción científica de Kuczynski-Godard (Knipper, 2009).

Como miembro del Instituto de Medicina Social de la Universidad de San Marcos, la tarea oficial del médico alemán fue contribuir en la seguridad sanitaria de la Amazonía a partir de una «colonización científicamente fundada». El Ministerio de

Salud Pública, por su parte, le asignó la supervisión sanitaria del nororiente peruano, con sede en Iquitos. Esta supervisión incluía el estudio integral de la Amazonía, desde el punto de vista de su patología y sus condiciones sanitarias para poder dictar las medidas que sean necesarias¹³. Además, realizó estudios sobre la tuberculosis y la enfermedad de Hansen (lepra). El leprosorio de San Pablo fue muy diferente tras el paso de Kuczynski-Godard, pues este desarrolló un programa combinado con atención médica, saneamiento de las viviendas e instalaciones, alimentación adecuada y actividad física; de esta forma, puso en práctica su concepto etiológico multidimensional para el caso de la lepra (Kuczynski-Godard, 2004).

Otros científicos médicos destacados fueron Leopoldo Barton Thompson, Carlos Monge Medrano, Hermilio Valdizán Medrano, Honorio Delgado Espinoza, Alberto Hurtado Abadía y, por supuesto, Daniel Alcides Carrión, mártir de la medicina peruana. Alberto Leopoldo Barton Thompson (1871-1950) descubrió el agente etiológico de la enfermedad de Carrión o verruga peruana, que en su honor fue bautizado como *Bartoneilla bacilliformis*. Carlos Monge Medrano (1884-1970) contribuyó con la medicina mundial al realizar investigaciones sobre la biología andina y la fisiología de adaptación a la altura; estudió con gran detalle la enfermedad de los Andes, llamada también mal crónico de montaña o enfermedad de Monge, en honor a su investigador; asimismo, estudió otros problemas médicos y sociales del país, como la enfermedad de Carrión, los males infecciosos y tropicales y la situación del indígena peruano. Hermilio Valdizán Medrano (1885-1929) introdujo en el Perú

13 Realizó exploraciones detalladas sobre la situación de la salud y nutrición de los niños escolares de Iquitos y estudios geopatológicos; asimismo, analizó la dimensión sanitaria del cambio sociocultural que generó la colonización en esos años.

tratamientos científicos acertados para los enfermos mentales. Honorio Delgado Espinoza (1892-1969) ha sido considerado como uno de los fundadores de la psicología en el Perú y uno de los mejores psiquiatras del continente, además del primero en difundir las teorías psicoanalíticas en el mundo hispano; fue fundador y primer rector de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Alberto Hurtado Abadía (1901-1983) fue otro estudioso reconocido de la enfermedad de los Andes, aportando nuevos conocimientos sobre este mal y dando a conocer las características fisiológicas y clínicas del hombre andino y sus enfermedades; con sus investigaciones, este campo de estudio logró notoriedad internacional. Nota aparte merece el estudiante sanfernandino Daniel Alcides Carrión (1857-1885), quien se interesó por entender dos enfermedades, consideradas por muchos años como entidades clínicas distintas: la verruga peruana y la fiebre de La Oroya, deduciendo la unidad etiológica de las dos enfermedades; con el fin de estudiar el desarrollo del mal, se sacrificó inoculándose el germen de la verruga peruana.

En las ciencias físicas destaca Pedro Ruiz Gallo (1838-1880), militar peruano a quien se le consideró uno de los precursores de la aeronáutica moderna al haber planteado la construcción de una máquina voladora movida por propulsión mecánica, un aporte visionario que plasma en su trabajo titulado *Estudios generales sobre la navegación aérea y resolución de este importante problema* (1878). Si bien es cierto que los aportes e inventos de Ruiz Gallo estuvieron enmarcados sobre todo en el ámbito de la física y la ingeniería, incursionó también en la medicina, desarrollando una vacuna contra la viruela que salvó la vida de muchas personas durante una epidemia producida por dicha enfermedad. Esta vacuna fue desarrollada sobre la base del descubrimiento de Edward Jenner (1796), médico

inglés que observó que el personal que ordeñaba las vacas lecheras adquiría, en ocasiones, una especie de «viruela vacuna» (de vaca) por el contacto continuado con estos animales, y que era una variante leve de la mortal viruela humana, contra la que quedaban así inmunizados.

En el mismo ámbito de la física, Pedro Paulet (1874-1945) es considerado como precursor de la era espacial al haber inventado el motor-cohete de combustible líquido y diseñado el avión torpedo, primer antecedente de una nave impulsada por cohetes, en una época donde solo se contaba con los motores de explosión, propulsores a vapor o mediante la electricidad. Por su parte, Santiago Antúnez de Mayolo (1887-1967) realizó estudios para emprender la construcción de centrales hidroeléctricas; asimismo, propuso la existencia del neutrón y del positrón en la composición del átomo.

En las ciencias matemáticas sobresale Federico Villarreal (1850-1923), quien fuera nombrado rector de la Universidad de San Marcos en 1921. Fue reconocido por sus importantes estudios en matemáticas y sus aportes al entendimiento de la resistencia de los materiales. También se debe mencionar a Godofredo García Díaz (1888-1970), autor de un importante estudio sobre las ecuaciones y soluciones exactas del movimiento y de las tensiones de los fluidos viscosos.

Respecto a los estudios de geografía, esto es, las características del territorio en relación con la sociedad, Mariano Felipe Paz Soldán publicó su *Atlas geográfico del Perú* (1865), la primera gran síntesis de la geografía peruana. Este interesante documento conjuga información acumulada durante años, tanto en el trabajo de campo realizado en varias localidades como en una exhaustiva revisión bibliográfica, agregándose numerosos planos de las principales ciudades del país; asimis-

mo, preparó una importante serie de registros sobre el clima (Seiner, 2004). Por su parte, Mateo Paz Soldán elaboró el compendio de la *Geografía del Perú* (1862), un monumental esfuerzo en el que ofrece una visión muy completa sobre los recursos naturales del Perú, además del *Compendio de geografía, matemática, física y política* (1863), de gran profundidad científica; estas dos obras vieron la luz debido a los esfuerzos de su hermano Mariano Felipe, quien las publicó en París gracias al apoyo brindado por el Gobierno peruano.

En las ciencias naturales destacan el sabio Sebastián Barranca (1830-1909), quien realizó interesantes estudios sobre minería, flora y fauna peruanas; el cuzqueño Fortunato Herrera y Garmendia (1875-1945), quien realizó investigaciones sobre botánica y publicó un catálogo de plantas existentes en el Perú; el geólogo arequipeño Mariano Eduardo de Rivera y Ustariz, quien editó el *Memorial de ciencias naturales* (1827-1828); y el biólogo alemán Augusto Weberbauer (1871-1948), quien reunió datos valiosos sobre la flora peruana y descubrió nuevas especies vegetales, siendo autor del primer mapa geobotánico del país.

No se debe dejar de destacar los aportes del naturalista italiano Antonio Raimondi (1824-1890), un esmerado estudioso de la fauna, la flora y la geología peruana. La importancia científica del herbario Raimondi, por ejemplo, es de remarcar, pues se constituyó en una preciosa fuente de información para el estudio de la flora peruana. Su obra más importante es *El Perú* (1874-1913), un extenso libro publicado en varios volúmenes que trata sobre la historia natural y geográfica de nuestro país; fue elaborado a partir de las amplias y detalladas notas que tomó Raimondi mientras recorría el Perú. Sus trabajos se centran en el estudio de la geografía, geología, meteorología, botánica, zoología, etnografía y arqueología.

Una muestra de su enorme capacidad de observación y de la rigurosidad de sus análisis se verifica al ser uno de los primeros en postular la gran riqueza de los desechos orgánicos de las aves guaneras que habitan nuestras costas¹⁴, que hoy conocemos como guano de las islas. Su descubrimiento más emblemático, en el campo de la botánica, fue el de la puya titanca, denominada *puya raimondii* en su honor. De igual forma, en el departamento de Áncash descubrió una imponente estela de piedra de la cultura Chavín, la cual lleva también su nombre (Morales, 1940).

De forma complementaria, cabe mencionar a otros investigadores, quienes a pesar de no contar con el reconocimiento que gozan los anteriores han realizado importantes aportes a la ciencia en nuestro país. Esos son los casos de los médicos bacteriólogos Telémaco Battistini Sánchez, Edmundo Escornel Herve, Julio César Gastiaburu Rocco y Oswaldo Herculles Monterola; los ingenieros mineros Bernardo Boit Gaillour, Alberto Broggi Morel y Carlos Lisson Beingolea; el geólogo José Julián Bravo Bresani; sismólogo Scipión Llona Gastañeta; el antropólogo médico Antonio Lorena Rozas; el médico social Carlos Enrique Paz Soldán; el médico patólogo Pedro Weiss Harvey; entre otros.

Como bien señala Marcos Cueto (1986a), cuando se registra el nacimiento de la ciencia experimental en Inglaterra, durante la Revolución Científica del siglo xvii, ni el Imperio español ni el virreinato del Perú fueron parte de ese suceso, y es solo a finales del siglo xviii cuando aparece la Sociedad de Aman-tes del País, considerada como la primera institución peruana

14 Las gigantescas acumulaciones de las islas Chincha, de más de cuarenta metros de altura, son el resultado de miles de años de continua ocupación de gaviotas, piqueros, cormoranes, guanayes, zarcillos y pingüinos.

interesada en fomentar los estudios experimentales. Tal vez fue, entonces, por la llegada tardía de la Revolución Científica a nuestro continente, así como por la debilidad del Estado peruano que no se vio continuidad en la permanencia de instituciones relacionadas con el quehacer científico. Sin duda, contábamos con profesionales que se aventuraban a la experimentación, a la exploración científica y publicaban trabajos técnicos, pero estos esfuerzos no tenían organicidad ni eran el resultado de una política estatal.

Con respecto a las patentes como indicador del desarrollo de nuevas invenciones o soluciones de origen tecnológico, las condiciones favorables para empezar a proteger la propiedad intelectual a nivel internacional se dieron gracias a actores económicos, sociales y culturales, como las empresas existentes en el siglo XVIII y buena parte del XIX, y las universidades, que cumplieron un rol central en difundir los conocimientos científicos, desarrollados en la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII. Los Gobiernos, por su parte, expandieron la infraestructura productiva y aseguraron los derechos de propiedad de los bienes, pero también de los nuevos inventos, productos y equipos. En la actualidad, el sistema de patentes posee un orden internacional surgido a partir de la firma del Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial, que entró en vigor en 1884 y fue suscrito por catorce países. Este convenio representó el primer paso para asegurar a inventores y creadores que sus obras intelectuales estarían protegidas en otros países. Conforme se fueron sucediendo los años, un mayor número de países se ha ido adhiriendo al Convenio de París, hasta llegar al presente a 176.

En el Perú, en la Constitución Política de 1828 se utiliza por primera vez el término patente cuando se indica que es una

atribución del Congreso otorgar patentes por un tiempo determinado a los autores de alguna invención o mejora útil a la república. Esta Constitución no solo garantiza la protección y exclusividad temporal de los inventos, a través de las patentes de invención, sino que también ampara a aquellas personas que introducen un nuevo producto o tecnología con impacto en la industria local, a lo que se le conocía como patentes de introducción (Villarán, 2015). En 1869, fecha trascendental para la protección de los inventos en el Perú, se emite la Ley Estableciendo Disposiciones para los Descubrimientos e Invenciones, donde se fija además un pago anual y un plazo máximo de la patente por un período de diez años. Cabe mencionar que el contexto peruano en el que se dicta la Ley de 1869 es el de un país que basaba su crecimiento económico en actividades vinculadas a la exportación de recursos naturales, entre las que destacan la minería, el guano y el salitre, así como en el surgimiento de una incipiente industria local de alimentos, bebidas y textiles. Se suponía que el desarrollo de estas actividades económicas conllevaría a que se produzca una mayor introducción de productos, maquinarias y/o nuevas tecnologías. Veinte años más tarde, el Congreso aprobó la adhesión al Tratado Internacional sobre Patentes de Invención, de 1889. En ese momento, la patente protegía una invención o descubrimiento, y lo describía así: «un nuevo modo, aparato mecánico o manual, que sirva para fabricar productos industriales; el descubrimiento de un nuevo producto industrial y la aplicación de medios perfeccionados con el objeto de conseguir resultados superiores a los ya conocidos» (citado en Villarán, 2015, p. 50). En 1896 se reforma la Ley de 1869 para obtener patentes de invención o introducción y la función de tramitar las patentes quedaría en el flamante Ministerio de Fomento. De

acuerdo con Kresalja (2004), recién en 1920 se diferencia con claridad a los verdaderos autores de los «introdutores de descubrimientos», dándoles a estas autorizaciones que eran menores a las que se otorgaban a los verdaderos autores. En 1933 se declara la improcedencia de las solicitudes de patentes de introducción, debido a que se consideró que esta protección retardaba el surgimiento y la consolidación de la industria nacional al fomentar las actividades comerciales a partir de una tecnología desarrollada en el extranjero (Villarán, 2015).

En 1956, Eleazar Guzmán Barrón propuso la creación de un Consejo Nacional de Investigaciones para que sirva al Estado de organismo consultor en los problemas relacionados con el progreso del país y que requieran opinión técnica y autorizada. A dicho consejo científico le correspondería crear diversos institutos. Uno de ellos, el de Desarrollo Económico y Población, debía promover investigaciones sobre la importancia económica de los recursos naturales, con el fin de elaborar programas regionales de promoción agropecuaria e industrialización. Además, planteaba que era necesario comenzar a estudiar, de manera sistemática, las características biológicas, sociales, económicas, culturales, etc., de la población, así como plantear los métodos para resolver adecuadamente estos problemas. Según Jorge Basadre (citado en Podestá, 1985), esta fue la primera vez que en el Perú se intentó que la obra coordinada y sistemática de la ciencia coadyudara a la obra del Gobierno. Sin embargo, recién en 1968 se crearía el Consejo Nacional de Investigaciones (CONI) para promover y liderar el desarrollo de la ciencia y la tecnología desde el Estado. El año anterior, destacados miembros de la comunidad científica peruana, como el matemático José Tola Pasquel, el geofísico Alberto Giesecke y el nutricionista Antonio

Bacigalupo, se habían reunido para considerar la conveniencia de crear en el Perú un Consejo Nacional de Investigación.

Algunos años antes, en 1959, se promulgó la Ley de Promoción Industrial, la cual contenía disposiciones generales relativas a la propiedad industrial, dentro de las que destacan las patentes de invención y la protección a los diseños industriales; se crea además el Instituto Nacional de Normas Técnicas Industriales y Certificación (INANTIC). Cabe indicar que por esta época si bien el Perú crecía económicamente y se expandía el sector empresarial, también mostraba signos de crisis en cuanto a su modelo exportador, basado en materias primas dependientes de la volátil coyuntura internacional. Una década más tarde, durante el gobierno militar, se promulgó una nueva Ley General de Industrias que profundizó el modelo de sustitución de importaciones y ejerció el control estatal de las prioridades y la planificación industrial; en 1970 se creó el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC), entidad a la que en 1974 se le daría el mandato de normar, regular, garantizar y proteger los distintos elementos constitutivos de la propiedad industrial en el país. Luego, a finales de 1992, se crea el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), entidad responsable de la propiedad intelectual y patentes en el Perú, en reemplazo del ITINTEC.

1.3. La ciencia y la tecnología en sus inicios: establecimiento del Consejo Nacional de Investigación

Como parte de las reformas promovidas por el gobierno militar en la búsqueda de generar un desarrollo más endógeno,

mediante el Decreto Ley N.º 17096 se creó, en 1968, el Consejo Nacional de Investigaciones (CONI). Este consejo debía promover un sistema nacional de ciencia y tecnología integrando a las entidades especializadas del Estado, las universidades —que por entonces eran sobre todo públicas— y las entidades privadas, incluyendo las empresas. Al CONI se le asignó un Fondo Nacional de Investigaciones, destinado a los institutos estatales, el cual se estableció con base en un impuesto a las utilidades de las empresas, lo que las distanció del sistema. Tampoco la universidad encontró motivación, pues no participaba de los fondos destinados a la investigación. El CONI tuvo dificultades para consolidarse y tener capacidad de convocatoria, lo que aunado a la crisis fiscal de la segunda mitad de los setenta afectó su actividad.

El primer inventario de actividades científicas y tecnológicas en el Perú se realizó en 1968-1969, con el apoyo del Departamento de Asuntos Científicos de la Organización de Estados Americanos. En 1970 se aprobó el Decreto Ley N.º 18350, Ley General de Industria, que junto con el Decreto Ley N.º 18900, Ley que regula la inversión extranjera y la transferencia de tecnología extranjera, aprobada en 1971, tuvieron un efecto contractivo de la actividad industrial en el país, afectando las posibilidades de aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación en un sector importante para el desarrollo productivo.

En 1981, a través del Decreto Legislativo N.º 112, el CONI se transformó en el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), contando al principio con algunos recursos que aplicó a concursos de subvenciones a la investigación y becas de posgrado. En sus primeros años de vigencia, el CONCYTEC tuvo dificultades para conectarse con el sector privado, en tanto que las universidades y los institutos

estatales de investigación, dada la situación económica por la que atravesaba el país en ese entonces, se habían debilitado con la pérdida de sus recursos más calificados y la obsolescencia de su infraestructura para la investigación. Es de señalar que, como en esos años casi no existía la práctica de evaluar los resultados del trabajo de las entidades públicas, no se registran mayores evidencias sobre su aporte al país.

En 1983, el CONCYTEC elaboró el documento Lineamientos de Política Científica y Tecnológica para el Perú; sin embargo, si bien en sus inicios los recursos para ciencia y tecnología se vieron incrementados, la inflación que se registró en los años siguientes atentó en contra del interés de desarrollar la CTI en el país. Además, como ya había ocurrido antes, estos recursos se dispersaron en proyectos y programas con muy escasa conexión con las necesidades y demandas de la economía o las políticas sociales. Por esos años se elaboraron también los Lineamientos de Política Científica y Tecnológica para el mediano plazo (1986-1990).

Los años ochenta terminaron con una grave crisis económica y social y con un Estado asediado por la subversión, lo cual condujo a prescindir de las políticas de intervención en la economía para impulsar una economía de mercado. La apertura al comercio exterior afectó la débil base industrial nacional, espacio en el que se esperaba desarrollar una capacidad endógena en CTI. La modernización pasó a depender de la tecnología que traían las empresas extranjeras, que multiplicaron su presencia en la economía nacional, sobre todo en las industrias extractivas.

En la década de los noventa, el CONCYTEC, con una institucionalidad reducida, no tuvo mayor capacidad de participación en las decisiones y orientaciones del Estado, manteniendo su

papel de promotor de proyectos de desarrollo de CTI diversos y dispersos, algunos de los cuales no pudieron ser concluidos. Esta situación se vio agravada con la disolución del Instituto Nacional de Planificación (INP) en 1992, pasando sus funciones al Ministerio de Economía y Finanzas, con lo cual se redujo la capacidad de planificación de un futuro estructurado para el país, condición importante para el desarrollo de la CTI con base en proyectos que, por lo general, son de largo plazo, pues este ministerio tenía una concepción más de corto y mediano plazo, priorizada en el manejo ordenado y prudente de la economía, así como de las políticas macroeconómicas.

La Constitución Política del Perú establece que es deber del Estado «promover el desarrollo científico y tecnológico del país», según dispone su artículo 14. Sin embargo, esta obligación no vino acompañada de la voluntad política ni de los recursos necesarios para llevarla a cabo (Sagasti, 1995).

Desde el año 2000, en el Perú se ha procurado modernizar el diseño institucional del Estado a fin de hacerlo más activo, con áreas importantes de regulación y de impulso a la competitividad y, hace poco, a la diversificación productiva. En ese contexto, en el 2002 se suscribió el Acuerdo Nacional entre partidos políticos y entidades de la sociedad civil, el cual dedica su Política 20 al desarrollo de la ciencia y la tecnología. Entre los compromisos asumidos por el Acuerdo Nacional se encuentran: a) asignación de mayores recursos, aplicación de normas tributarias y fomento del financiamiento destinado a la formación de capacidades humanas, la investigación científica, la mejora de la infraestructura de investigación y la innovación tecnológica; b) creación de mecanismos que eleven el nivel de la investigación científica y el desarrollo tecnológico de las universidades, los institutos de investigación

y las empresas; c) formación de recursos humanos altamente calificados en los sectores productivos más promisorios para la economía nacional; d) desarrollo de programas nacionales y regionales de impacto productivo, social y ambiental; y e) promoción en toda la población, en particular en la juventud y la niñez, de la creatividad, el método experimental, el razonamiento crítico y lógico, así como el afecto por la naturaleza y la sociedad a través de los medios de comunicación (Acuerdo Nacional, 2002). Aunque todavía este Acuerdo Nacional es una promesa incumplida, ha coincidido con una mayor atención, nacional y mundial, a la producción de conocimientos, su aplicación en la solución de los problemas de la sociedad y el impulso a la actividad económica.

En ese sentido, en el 2001 se creó el Programa de Innovación y Competitividad para el Agro (INCAGRO), que funcionó hasta el 2010, el mismo que fue financiado mediante un préstamo del Banco Mundial y el aporte del Gobierno peruano. En junio del 2002 se elaboró el Plan Nacional de Emergencia en Apoyo de la Ciencia, Tecnología e Innovación, en cumplimiento de la Ley N.º 27690 (Sagasti, 2003). En julio del 2004 se promulgó la Ley N.º 28303, Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, con lo que se sientan las bases para crear el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (SINACYT), enfatizando el preferente interés nacional por las actividades de desarrollo, promoción, consolidación, transferencia y difusión de la CTI como necesidad pública. En el marco de dicha ley, en el 2013 se crea el Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), fondo para la promoción de la CTI.

En el 2006 se aprobó el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Hu-

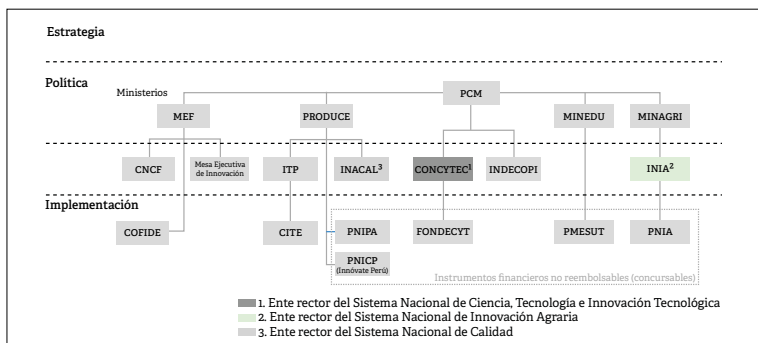
mano (2006-2021), bajo la gestión de Benjamín Marticorena. En el 2007 inició actividades el Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología I (FINCYT I) con recursos de un contrato de préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y aporte del tesoro público. En el 2009 comenzó sus actividades el Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad (FIDECOM); y al año siguiente se iniciaron sendos diagnósticos del sistema de innovación peruano a cargo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Conferencia sobre Comercio y Desarrollo de las Naciones Unidas (UNCTAD).

En el 2012, el CONCYTEC fue adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros, lo que fue una buena decisión, pues había perdido autonomía al encontrarse en el Ministerio de Educación desde el 2005. En el 2013 inició actividades FINCYT II con recursos de un contrato de préstamo con el BID y aporte del tesoro público; asimismo, se estableció el Fondo Marco para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FOMITEC), creado en el marco de la Ley de Presupuesto de dicho año. Ese mismo año se aprobó la Ley N.º 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica de Acceso Abierto.

A mediados del 2014, a través del Decreto Supremo N.º 003-2014-PRODUCE se creó el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innóvate Perú), adscrito al Ministerio de la Producción, con el fin de aportar recursos para promover la innovación de las pymes; ese mismo año se creó el Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA). En el 2015 se aprobó la Ley N.º 30309, Ley de Promoción de la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica y su Reglamento. Al año siguiente se apro-

bó la Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2016 y se firmó el contrato para FINCYT III, que también contó con recursos del BID y aporte del tesoro público (Sagasti y Málaga, 2018). En el 2017 se creó el Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) con recursos de un crédito del Banco Mundial y aporte del tesoro público; asimismo, se suscribió otro préstamo con el Banco Mundial para financiar el Proyecto de Mejoramiento y Ampliación de los Servicios del SINACYT.

GRÁFICO 1. Instituciones que conforman el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.



Fuente: Crespi y Castillo (2020).

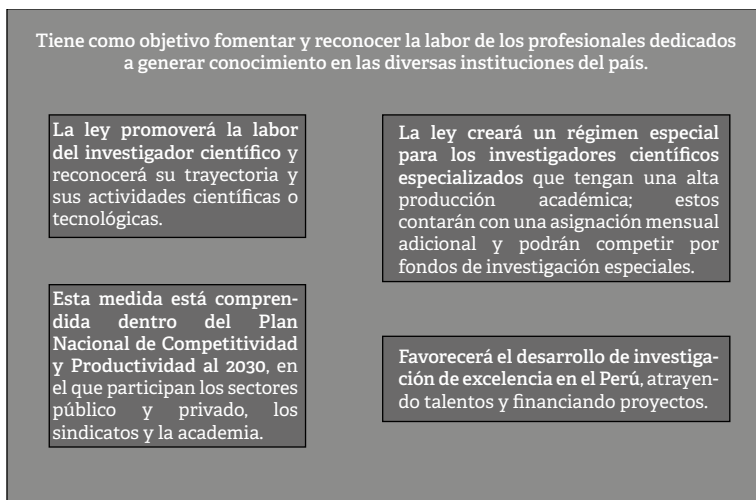
Puede advertirse que durante los últimos años se ha hecho un esfuerzo mayor para financiar la CTI; sin embargo, todavía con montos muy por debajo de los registrados en otros países de la región. Con esos fondos se han planteado prioridades temáticas en investigación, como los relacionados con el agua, el medioambiente y la energía, nuestra biodiversidad y el cambio climático, la educación y la salud. Sin descuidar el desarrollo de las ciencias básicas, el apoyo se da sobre todo a la investigación aplicada, la cual responde a la demanda de sectores productivos prioritarios. Entre estos destacan la minería

y la metalurgia, la manufactura avanzada, la agroindustria, la pesca y la acuicultura, los recursos forestales maderables y el turismo y las industrias culturales. La utilización de tecnologías transformadoras, como la robótica, la nanotecnología, la inteligencia artificial, la biotecnología y la impresión 3D, son transversales a las áreas temáticas descritas y constituyen desafíos para muchas de las investigaciones que hoy se realizan en el país.

Para romper la tendencia observada en el país y lograr mejorar el desarrollo de la CTI, se requiere sostener en el tiempo las estrategias mencionadas y contar con más financiamiento público y privado. Sin embargo, esto no será suficiente si al mismo tiempo no adecuamos el marco normativo para darle a los investigadores el espacio y la identidad que deben tener en las universidades, los centros de investigación y las empresas. Ello porque, por lo general, el investigador debe cumplir ahora funciones de docente universitario, administrador y/o gestor, antes que dedicarse prioritariamente a la tarea de ampliar el conocimiento e innovar. La Ley Universitaria N.º 30220, promulgada en el 2014, ha representado un avance en este aspecto, por cuanto propone reducir la carga docente y administrativa del investigador e introduce incentivos salariales. No obstante, sus beneficios han sido hasta ahora insuficientes, por lo que sigue siendo necesario distinguir con más claridad la función del investigador. Esto es lo que se propone hacer la Ley de Promoción del Desarrollo del Investigador Científico, promulgada en mayo del 2019, que promueve la labor del investigador y define los requisitos para ser considerado como tal, además que establece el marco para una calificación y registro en base a su producción científica, experiencia y trayectoria. Dicha norma empieza reconociendo a los investigadores

desde el inicio de su trayectoria científica y los alienta a continuarla. Por otro lado, permite que, de manera independiente o en asociación con universidades, centros de investigación o empresas, se pueda destinar recursos para su contratación en función de sus prioridades de investigación. La comunidad científica peruana esperó por mucho tiempo este proyecto. Al final, su trabajo deberá ser debidamente reconocido, alentado y promovido, acabando así con años de indiferencia que han frustrado carreras e incluso obligado a no pocos investigadores a dejar el país para poder dedicarse a su vocación científica. Sin embargo, como muchas leyes en el Perú, esta aún espera su reglamento y el presupuesto que la acompañe.

GRÁFICO 2. Ley N.º 30948, Ley de Promoción del Desarrollo del Investigador Científico (2019).



Fuente: elaboración propia.

En el 2020, la Comisión de Ciencia, Innovación y Tecnología del Congreso de la República elaboró una propuesta para

el fortalecimiento de la gobernanza de la ciencia, la tecnología y la innovación. Ello ha motivado que algunas instancias del sistema de investigación retomen la idea de crear un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

En términos generales, podemos concluir que el esfuerzo por desarrollar la CTI en el país no ha logrado que contemos con un sistema de ciencia y tecnología suficientemente maduro, pese a contar con científicos que hacen investigación de vanguardia. Tampoco se ha logrado incidir en la modificación de la estructura productiva, pues el país sigue concentrando su actividad económica en industrias extractivas que generan bienes con escaso valor agregado y poco empleo. Una razón ha sido la falta de una noción clara sobre cuáles son los motores del desarrollo. Por ejemplo, desde la segunda mitad del siglo xx no se consideró a la industrialización como uno de ellos y más bien se observó un desarme del sector industrial manufacturero. Por añadidura, el Perú no tiene una visión política ni una estrategia que sea en verdad de largo plazo y que incorpore el tema de la competitividad; por eso, la economía no cuenta con un rumbo integralmente estructurado que nos prepare para insertarnos en un mundo globalizado. Tampoco se ha privilegiado la inversión en una educación de calidad y menos, de manera expresa, aquella orientada a generar profesionales en carreras vinculadas a la CTI. El sistema educativo produce pocos graduados en áreas técnicas y de ingeniería, proliferando aquellas orientadas a profesiones vinculadas al derecho, otras áreas sociales y la administración, lo cual incide en que hayamos tenido, en general, poco apoyo a la investigación científica, así como instituciones científicas débiles (Villarán y Golup, 2010).

2

El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

2.1. El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, las agencias y los programas para el desarrollo de la CTI

En el 2004 se promulgó la Ley N.º 28303, Ley marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, con el objetivo de normar el desarrollo, promoción, consolidación, difusión y transferencia de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en el país, y se creó el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (SINACYT), conjunto de instituciones y personas naturales dedicadas a la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica, así como a su promoción, teniendo como ente rector del sistema al CONCYTEC.

En el marco de esta norma se creó el Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), con patrimonio propio, autonomía administrativa y financiera. El FONDECYT está encargado de captar, gestionar, administrar y canalizar recursos, tanto de fuente nacional como extranjera, destinados a las actividades del SINACYT en el país, y desarrolla sus actividades dentro del marco de las

prioridades, criterios y lineamientos de política establecidos en el Plan Nacional de la CTI. El Consejo Consultivo Nacional de Investigación y Desarrollo para la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica es un órgano de consulta del SINACYT, conformado por las máximas autoridades de las instituciones estatales dedicadas a la investigación, innovación tecnológica y promoción de la CTI, convocados para fines específicos. Los gobiernos regionales están representados en el Consejo Directivo del CONCYTEC y en el Directorio del FONDECYT. En julio del 2018 se promulgó la Ley N.º 30806, que modifica diversos artículos de la Ley Marco N.º 28303, incorporando algunas funciones y responsabilidades adicionales al CONCYTEC, como la facultad para crear oficinas desconcentradas e imponer sanciones por la mala conducta científica, entre otras.

En los últimos cincuenta años, el Estado peruano ha creado un conjunto de entidades con el objetivo de fomentar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en diversos ámbitos de la actividad nacional. En el sector productivo, en lo referente al sector agropecuario, estableció el Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA) con la misión de contribuir al establecimiento y consolidación de un sistema nacional moderno de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo del sector agrario peruano, descentralizado y plural, en asociación con el sector privado a través de dos proyectos de inversión pública. De igual manera, en mayo del 2017, por Resolución Ministerial N.º 198-2017-PRODUCE se creó el Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA). Esta entidad tiene la responsabilidad de fomentar el sistema de innovación en los subsectores de pesca y de acuicultura con un enfoque de cadena y territorio; asimismo, busca fortalecer la sostenibilidad de los recursos hidrobiológicos,

además de fomentar la formalización y la competitividad en esos subsectores.

El 23 de julio del 2014, por Decreto Supremo N.º 003-2014-PRODUCE se creó Innóvate Perú como unidad ejecutora del Ministerio de la Producción, con autonomía económica, administrativa, financiera y técnica; su objetivo principal es buscar incrementar la productividad empresarial a través del fortalecimiento de los actores del ecosistema de la innovación (empresas, emprendedores y entidades de soporte) y facilitar la interrelación entre ellos. Para el logro de sus objetivos se establecieron los siguientes fondos: Programa de Ciencia y Tecnología (FINCYT I), Proyecto de Innovación para la Competitividad (FINCYT II), Mejoramiento de los Niveles de Innovación Productiva a Nivel Nacional (FINCYT III), Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad (FIDECOM), Fondo Marco para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FOMITEC) y el Fondo MIPYME. Los recursos administrados por Innóvate Perú se adjudican a través de concursos de alcance nacional, para el cofinanciamiento no reembolsable de proyectos de CTI, en todos los sectores de la actividad productiva. En dicho marco, el fondo maneja los siguientes concursos: a) becas de doctorado en el extranjero, b) becas de repatriación de investigadores peruanos, c) diagnóstico para la acreditación de laboratorios, d) iniciativas favorables a la vinculación entre oferta y demanda de servicios tecnológicos, e) proyectos de fortalecimiento de incubadoras de negocios, f) misiones tecnológicas, entre otros. Como resultado de la ejecución de dichos concursos se evidencia cierta dispersión, y si bien se abordan temas de innovación sobre sistemas productivos, no profundizan la búsqueda de apoyar el cambio de la matriz productiva nacional y

mejorar la competitividad y productividad de la producción exportadora del país.

El FONDECYT, además de contar con recursos ordinarios y el primer contrato de crédito con el Banco Mundial por 100 millones de dólares, cuya ejecución comenzó el año 2017, suscribe convenios que se constituyen en alianzas estratégicas con otras entidades públicas, Estados y organismos internacionales que, en una acción de cooperación y asignación de recursos compartidos, financian becas, pasantías y proyectos de CTI, entre otros. Para el desarrollo de su misión, el FONDECYT cuenta con un portafolio de seis esquemas financieros que atienden becas de posgrado, programas de intercambio, el apoyo a proyectos de investigación e innovación, eventos y publicaciones.

A partir de lo expuesto, puede verse que la administración estatal, en lo que corresponde a la creación de planes, instituciones y fondos que atiendan las necesidades de un buen sistema de ciencia y tecnología, va avanzando; sin embargo, todavía no se entiende a cabalidad que es necesario ser más generoso con los recursos, pues desde la esfera de la competitividad los países que han invertido en CTI han visto que se puede lograr un retorno social de hasta 40% (en América Latina hasta 60%). Si bien en la región los productos de alta tecnología representan solo el 10% del total de las exportaciones, en el Perú estas apenas se aproximan al 6% (Crespi y Castillo, 2020). Esta situación hace que seamos muy vulnerables a las fluctuaciones de los precios internacionales de las materias primas y a la incertidumbre sobre la demanda de los mercados internacionales. A pesar de estos magros logros, cabe señalar que la inversión en CTI en el Perú se quintuplicó durante la última década, con un promedio, para los dos últimos años, de alrededor de 900 millones de soles. No obstante, igual de relevante es ordenar el gasto público en

CTI y articular las agendas de las diversas instituciones y organizaciones a las que nos hemos referido. Un estudio que analiza el gasto público en CTI da cuenta que existe una alta concentración del gasto en unos pocos instrumentos financieros, así como una superposición de objetivos desde varias instituciones, debido principalmente a la fragmentación de nuestro Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (Rogers, 2020). A la luz de esta información, urge fortalecer el sistema de gobernanza para la CTI, siendo necesaria también una estructura que permita una coordinación transversal al más alto nivel.

En las últimas décadas, nuestro sistema nacional de CTI no ha logrado dirigirnos hacia la coincidencia de objetivos y metas, ya sea porque las competencias sectoriales y los intereses para cooperar no están siempre alineados entre los ministerios e instituciones que conforman el sistema, o porque nuestro marco normativo actual no prevé mecanismos e incentivos suficientes y eficientes de coordinación. Así, la cooperación entre instituciones, siendo circunstancial y discrecional, se vuelve impracticable, generando la superposición de funciones e iniciativas que vemos hoy. Si continuamos así, actuales y futuras acciones en este sector corren el riesgo de comprometer su coherencia y, más grave aún, que la inversión que se realice genere frutos de corta vida o poco productivos. Si no coordinamos mejor las legítimas visiones sectoriales y el uso de los recursos, provenientes del tesoro público o de préstamos, no conseguiremos mejorar sustancialmente la productividad y la diversificación de la economía.

El desarrollo de la CTI supone la convergencia de muchas variables y acciones: 1) crear una visión estratégica al más alto nivel político; 2) incrementar los recursos disponibles y distribuirlos de forma adecuada a nivel nacional; 3) organizar con

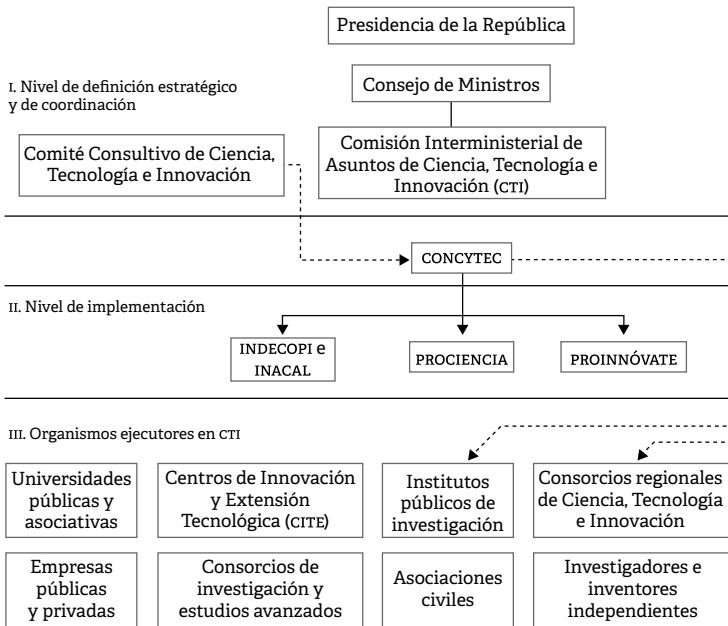
eficiencia la naturaleza transversal de las políticas y actividades de CTI; 4) corregir la fragmentación de nuestro actual Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y definir mejor el rol de la institución rectora, incluyendo a los ministerios que comparten dicha función; 5) solucionar el problema de la alta rotación del personal jerárquico y técnico en las instituciones del Estado; y 6) simplificar las normas administrativas que obstaculizan el desarrollo de la CTI (Rogers, 2020). Se afirma que esta convergencia se logrará planificando, gestionando y promoviendo los programas de CTI a través de un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Sin embargo, a nivel internacional no existen fórmulas únicas para desarrollar la CTI. Con una evolución a diferentes ritmos y secuencias, con agencias, consejos, fundaciones, programas, y/o ministerios, y desde economías protegidas hasta economías de gran apertura internacional, como Australia, Corea del Sur, Israel, Finlandia, Malasia, Nueva Zelanda, Singapur, Suecia y Taiwán, se han convertido durante los últimos cincuenta años en exportadores de productos de tecnología avanzada basados en la generación y uso de nuevo conocimiento y en un manejo informado, racional y responsable de sus recursos naturales, a través de una planificación integrada y de largo plazo de la ciencia y la tecnología.

En el Perú, lo más urgente es incrementar el nivel de inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación, al menos durante los próximos veinte años. Hay que reconocer que la naturaleza de los desafíos es múltiple y dinámica, que la ciencia avanza a pasos exponenciales y, por lo tanto, no debemos pensar, necesariamente, en soluciones uniformes ni permanentes. Asimismo, es preciso coordinar las acciones del Gobierno, como la participación de los sectores relevantes

para su formulación y priorización, y utilizar la evidencia para fundamentar los ajustes al sistema.

Asimismo, requerimos consolidar y fortalecer los programas universitarios en ciencias e ingenierías, sobre todo en el nivel de posgrado. Ello exige el diseño de un programa acelerado y masivo de becas de especialización, tanto en el país como el extranjero, así como de iniciativas para promover la actualización de los programas y garantizar su excelencia. Estas iniciativas ya están avanzando de manera favorable, pues a partir de un trabajo conjunto entre el Ejecutivo y el Legislativo, el 2 de julio del 2021 se promulgó una ley que está dirigida a fortalecer y aligerar nuestro Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e

GRÁFICO 3. Organigrama del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.



Fuente: elaboración propia.

Innovación (SINACTI). Este nuevo modelo, que fortalece la rectoría del CONCYTEC, tiene tres niveles de operación: 1) de políticas, planes y coordinación, 2) de implementación y 3) de ejecución, lo que debería evitar la redundancia de funciones e iniciativas.

Mientras la academia, el Estado y la industria no logren acuerdos con una visión de país de largo plazo ni definan las prioridades para una política en CTI que nos impulse a ser un país más competitivo, productivo e inclusivo, seguiremos siendo un país al que el desarrollo económico y social sostenible le será esquivo. Esta situación no va a mejorar si se sigue tratando con poca seriedad el tema de la ciencia y la tecnología en el terreno político.

En términos generales, los fondos para investigación han priorizado el otorgamiento de recursos para el desarrollo de la CTI, en particular para atender la demanda del investigador mediante el uso de esquemas financieros abiertos como, por ejemplo, los de investigación básica y aplicada. Esta dinámica obedecía a que en el Perú aún no existía una masa crítica que permitiera dar el salto a una política basada en una oferta pública de recursos focalizada o direccionada para atender sectores o desafíos específicos, por ejemplo, los destinados a fortalecer la competitividad y productividad en sectores/actividades productivas estratégicas. En suma, dicha política se concibió como un paso importante para crear una cultura de investigación, en un marco general de una insuficiente inversión económica en CTI y con poca participación del sector privado (Kuramoto, 2007; Kuramoto y Torero, 2009). Hubiera sido importante también dar un paso más allá en cuanto a planificación con enfoque en los problemas que enfrenta el país en lo concerniente al desarrollo sostenible, sin descuidar el financiamiento del desarrollo del conocimiento básico y multidisciplinario.

3

Planificación y políticas en ciencia, tecnología e innovación

En el artículo 14 de la Constitución Política del Perú se establece que es deber del Estado promover el desarrollo científico y tecnológico del país. Por su parte, en el marco del Acuerdo Nacional, la Política 20 de Estado, titulada «Desarrollo de la ciencia y la tecnología», se estructura sobre un objetivo y cuatro lineamientos referidos al desarrollo de la CTI. Esta política es el fundamento para posicionar a la CTI como uno de los principales motores del progreso económico y social del país, así como para facilitar su incorporación en la agenda y estrategia nacional de desarrollo, a fin de que este se asiente sobre bases sostenibles. En específico, la Política 20 de Estado señala:

Nos comprometemos a fortalecer la capacidad del país para generar y utilizar conocimientos científicos y tecnológicos, para desarrollar los recursos humanos y para mejorar la gestión de los recursos naturales y la competitividad de las empresas. De igual manera, nos comprometemos a incrementar las actividades de investigación y el control de los resultados obtenidos, evaluándolos debida y puntualmente. Nos comprometemos también a asignar mayores recursos financieros mediante con-

cursos públicos de méritos que conduzcan a la selección de los mejores investigadores y proyectos, así como a proteger la propiedad intelectual. (Acuerdo Nacional, 2002, párr. 1)

Es importante recordar que el Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano 2006-2021 (PNCTI 2006-2021) fue elaborado con el reto principal de poner la CTI al servicio de los objetivos de desarrollo sostenido del país, a través de una mayor competitividad, el uso racional de los recursos naturales y la conservación del medioambiente. A la vez, da prioridad a los ámbitos estratégicos de la CTI, en los que el Perú puede lograr un liderazgo basado en sus ventajas comparativas: biotecnologías, genómica, ciencias de materiales, ciencias del ambiente, tecnologías de información y comunicación y tecnologías limpias para las pequeñas y medianas empresas. Asimismo, privilegia el fortalecimiento de las capacidades humanas, al promover que sean potenciadas y aprovechadas, dotándolas además del indispensable soporte material en infraestructura, información y equipamiento.

Dicho PNCTI 2006-2021 contempla veinte programas nacionales de CTI, de los cuales doce son sectoriales y ocho transversales¹⁵; asimismo incluye diez programas especiales de soporte de CTI¹⁶. Fue elaborado con criterio participativo y descentralizador,

15 Programas sectoriales: Programa de Agricultura y Agroindustria Alimentaria; Programa de Plantas Medicinales, Nutracéuticas y Afines; Programa Forestal Maderable; Programa de Zootecnia y Manejo de Fauna Silvestre; Programa de Camélidos Sudamericanos; Programa de Acuicultura; Programa de Pesca; Programa de Educación; Programa de Salud; Programa de Minería; Programa de Transporte; y Programa de Turismo.

16 Programas especiales de soporte de CTI: Programa de Formación de Científicos y Tecnólogos, a Nivel de Posgrado; Programa de Fortalecimiento y Actualización Técnica; Programa de Fortalecimiento Institucional del SINACYT; Programa de Fondos e Instrumentos Financieros; Programa de Cooperación Técnica Internacional para CTI; Programa de Información Especializada en CTI; Programa

a fin de lograr su apropiación por parte de los actores involucrados. El PNCTI 2006-2021 establecía como metas, para el 2021, situar al Perú en el tercio superior del *ranking* mundial del Índice Tecnológico, además de incrementar el número de empresas innovadoras a nivel nacional, a una tasa promedio no menor a 10% anual, la participación de las exportaciones de bienes de alta y media tecnología en las exportaciones totales a 10% en el 2015 y a 15% en el 2021; la inversión nacional en CTI como porcentaje del PBI a por lo menos 0,5% en el 2015 y a 0,7% en el 2021; el número de profesionales con posgrado que se desempeñan en el país en las áreas prioritarias de CTI, llegando a triplicar dicho número al año 2015 y a quintuplicar el número al 2021; el número de artículos científicos anuales en revistas indexadas, por cada 100 000 habitantes, hasta 3,8 en el 2015 y 5,2 en el 2021; entre otros.

Ocho años después, en julio del 2014, se aprobaría la Agenda de Competitividad 2014-2018, Rumbo al Bicentenario; y en julio del 2019, el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030. La Política Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (2016), que contiene también un diagnóstico de los problemas que impiden avanzar a la CTI y se traza los objetivos de mejorar en aspectos como la generación y transferencia de conocimiento científico-tecnológico, la formación de capital humano para la CTI, el desarrollo y fortalecimiento de la infraestructura y una adecuada gestión del conocimiento, así como mejorar la calidad de las instituciones que aportan, de forma sustancial, al desarrollo de la CTI.

Luego de diez años de adoptado EL PNCTI 2006-2021, el documento de política señala las dificultades para la generación

de Prospectiva y Vigilancia Tecnológica; Programa de Fortalecimiento de la Innovación para la Competitividad; Programa de Transferencia y Extensión Tecnológica; y Programa de Popularización de la Ciencia, Tecnología e Innovación.

de la CTI en el Perú y enfatiza que carecíamos de incentivos para proteger la propiedad intelectual, persistiendo una escasa vinculación de los programas de formación y los centros de investigación con las necesidades sociales, económicas y ambientales (Kuramoto, 2012). Adicionalmente, todavía en el 2016, las fuentes de financiamiento para la promoción, absorción, transferencia y difusión tecnológica eran insuficientes, ya que no existían mecanismos que permitieran a las empresas peruanas, en especial a las medianas y pequeñas, tener acceso a tecnologías existentes y/o participar de procesos de transferencia tecnológica, ni incentivos para la atracción y retención del talento. Todavía la calidad de los programas de formación era (y es) baja y la oferta, reducida; por ello, el número de investigadores, a nivel nacional, es deficiente. Además, hasta la actualidad, las restricciones a la incorporación de nuevos investigadores, así como una inadecuada distribución geográfica de las capacidades de investigación es palpable. Debemos fortalecer los mecanismos y servicios de vigilancia tecnológica, así como los sistemas de información (generación, recopilación, gestión, difusión y uso), además de la infraestructura de comunicaciones, como redes banda ancha y otros (Kuramoto, 2017). También es necesario dotar de capacidad operativa del ente rector y darle legitimidad al sistema ante la población, así como mejorar la capacidad de gestión de las organizaciones que conformaron el SINACYT y componen hoy el SINACTI, conforme lo establece la Ley N.º 31250, del 1 de julio del 2021.

Los programas nacionales transversales¹⁷, aprobados entre los años 2015 y 2017 con un horizonte temporal que culmi-

17 a) Programas nacionales transversales de CTI: Programa de Valorización de la Biodiversidad, Programa Biotecnología, Programa de Ciencia y Tecnología de Materiales, Programa de Ciencia y Tecnología Ambiental, Programa de Tecnologías de Información y Comunicación y Programa de Ciencias Básicas.

naba en el 2021, fueron herramientas a través de las cuales el ente rector debía desarrollar un conjunto de líneas de acción orientadas a promover la diversificación y complejidad productiva, así como el conocimiento fundamental de diversos campos del conocimiento. Se organizó y sistematizó la tarea alrededor de grandes ejes, o desafíos, en función a una estrategia de desarrollo que debía procurar crecimiento sostenible y bienestar a la sociedad peruana. Para el desarrollo de estos programas se previó que en total se requerirían más de 3000 millones de soles, monto que nunca fue aprobado ni aportado, ejecutándose, por tanto, solo algunas de las actividades previstas en los programas con el presupuesto institucional. Este es un ejemplo de las lecciones que no llegamos a aprender, destinamos ingentes recursos en armar planes y programas que no solo no tienen continuidad, sino que además no se provee el presupuesto. Lo mismo ocurrió con el PNCTI 2006-2021: si se hubiese apostado por cumplirlo, habríamos llegado a las metas que nos propusimos desde sus inicios, pero que ahora nos son todavía esquivas.

El tema de la falta de asignación de recursos públicos para promover y desarrollar la CTI en el país es recurrente a lo largo de la historia del Perú. Es más, la exigua preocupación por contar con herramientas que permitan evaluar su aporte e impacto en el medio productivo y la sociedad no ha logrado una mayor persuasión ni convencimiento sobre su real potencial. Es recién con el trabajo de Rogers (2020), sobre la Línea Base del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación en el

b) Programa nacional sectorial de CTI: Programa de Acuicultura.

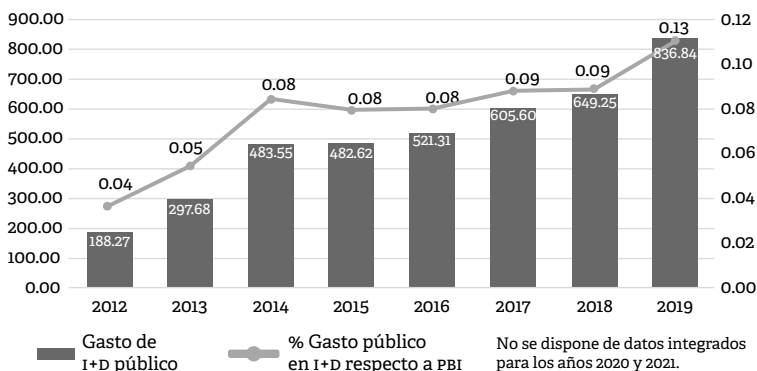
c) Programas especiales de soporte de CTI: Programa Especial de Popularización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación; Programa Especial de Transferencia y Extensión Tecnológica; y Programa Especial de Prospectiva y Vigilancia Tecnológica.

Perú, que se cuenta con información más amplia respecto al número de instrumentos para la promoción de la CTI y su presupuesto anual por sectores.

Comparada la inversión peruana con la de otros países del mundo, e incluso solo con los latinoamericanos, se encuentra que Perú invierte muy poco y que está a la zaga en la región (Rogers, 2020). Así, Colombia invierte un 0,25% del PBI, Chile un 0,38%, México un 0,54% y una economía más grande como la de Brasil un 1,24%. Esto, entre otros factores, explica por qué los países vecinos, sin estar en las condiciones todavía ideales, nos aventajan en producción científica. En el estudio de Rogers (2020) se calcula que, en promedio anual para los años 2012-2018, el gasto público en programas para la inversión de la CTI sería de alrededor de 900 millones de soles, siendo el promedio del PBI para el mismo período de 620 000 millones de soles; de allí tenemos que la inversión pública promedio en CTI para ese período habría sido de tan solo un 0,13%. Por tanto, para una población peruana que bordea los 33 millones de habitantes, la inversión en CTI per cápita, si bien en los últimos años ha mejorado, es reducida y todavía no alcanza los 0,37% de la década del setenta.

Mientras no tomemos la decisión política de invertir más en ciencia y tecnología, por lo menos deberíamos concentrarnos en estos objetivos estratégicos: 1) formar y capacitar más recursos humanos en las áreas prioritarias para un nuevo Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; 2) fortalecer a las universidades, institutos y centros de investigación para que a través de la investigación sean el foro más informado que nos permita tomar las decisiones correctas sobre las políticas nacionales, basados en evidencia, e incentivar su vinculación con las empresas; 3) generar fondos concursables en áreas y regio-

GRÁFICO 4. Evolución del gasto público en CTI (en millones de soles) y su porcentaje respecto al PBI.



Fuente: Sistema Integrado de Administración Financiera-Ministerio de Economía y Finanzas / Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020).

nes estratégicas con los recursos disponibles (si esto se hubiese decidido antes, más del 65% de los recursos del canon no estarían durmiendo en las reservas bancarias); y 4) simplificar aquellas normas administrativas que puedan obstaculizar el desarrollo de la CTI. Algunos actores en CTI vienen avanzando en ciertos aspectos, pero estos objetivos solo podrán lograrse cuando el sistema se vuelva menos redundante, más articulado y, por lo tanto, más efectivo.

Por último, es importante mencionar que, históricamente, en el Perú, la inversión en CTI por parte del sector empresarial no ha sido importante ni consistente, salvo contadas excepciones. Ello porque los resultados de la inversión en CTI son, por lo general, de mediano y largo plazo, en tanto que el empresario busca un retorno más inmediato de su inversión (Kuramoto y Torero, 2004). Además, por razones propias de la práctica empresarial, no se tiene mucha información sobre su conducta innovadora, pues parte significativa de ella tiene relación con

el conocimiento de procesos industriales «secretos» o patentados, o la tecnología y la innovación no se encuentran en el centro de su estrategia competitiva. A lo anterior hay que sumarle el poco apoyo del Estado al sector empresarial, que no tuvo beneficios tributarios sustanciales hasta el año 2016 para financiar la investigación. No debe llamarnos la atención, entonces, los puestos que ocupamos en los *rankings* de competitividad.

TABLA 2. Posiciones en el *ranking* de competitividad 2019; países seleccionados, según criterios.

Criterios	Brasil	México	Chile	Argentina	Colombia	Perú
Capacidad para la innovación	40	52	53	56	77	90
Calidad de las instituciones de investigación científica	14	22	33	26	42	69
Publicaciones científicas	24	35	38	37	47	56
Solicitud de patentes por millón de habitantes	58	59	46	64	72	85

Fuente: *World Economic Forum 2019*, tomado de León-Velarde y Morales Bermúdez (2021).

4

Evolución de la economía nacional

En los últimos 53 años, el Perú ha registrado 44 años de crecimiento del PBI y 10 años de decrecimiento, registrando un crecimiento anual promedio de 3,2%. En ese período hemos tenido 18 años con crecimiento superior al 5% anual y 5 años con decrecimientos superiores al 5%. Si nos referimos al crecimiento del PBI en lo que va del siglo XXI, el Perú ha registrado una tasa promedio de crecimiento anual de 3,8%. En términos generales, se puede decir que el Perú ha tenido un importante período de crecimiento económico.

Según el Banco Mundial, el Perú es considerado un país exportador, ya que nuestro nivel de ventas al exterior representa alrededor del 30% de su PBI, lo cual implica que su economía en la práctica esté basada y apoyada en sus exportaciones. Una economía de exportación lo posiciona en el mercado como un país emergente y con potencial para invertir en él, brinda incremento en ganancias para nuestro país (importantes sobre todo en períodos de baja demanda nacional), es un impulso para el crecimiento de las exportaciones de productos no tradicionales, genera nuevas líneas de productos de servicios y un aumento del PBI, creando nuevos puestos de trabajo y una cultura de desarrollo de la exportación. En el período

1985-2020, las exportaciones no tradicionales representaron, en promedio, el 26% del total de exportaciones¹⁸. Entre los productos de exportación no tradicionales destacan la uva, los arándanos, la palta, la papa cruda y precocida congelada, los mangos frescos, la mandarina, el alcohol etílico y los langostinos. Dicha distribución se mantiene desde años atrás, pero es necesario promover más la producción con valor agregado.

El incremento de la exportación de productos no tradicionales impulsa la creación de nuevas empresas y nuevos productores, lo cual aumenta el nivel de empleo de forma directa e indirecta, ya que consta de procesos de alto valor agregado, favoreciendo a la economía peruana. Por tanto, es fundamental fomentar las exportaciones no tradicionales, para de esta forma soportar los quiebres que sufren las exportaciones tradicionales y aportar así, de manera positiva, a la calidad de vida de los peruanos. Pero el poder impulsar esta dinámica requiere de información actualizada y de primera mano sobre los potenciales mercados externos para la producción nacional. En ese sentido, se debería tener en cuenta no solo el aporte de la tecnología y la innovación, sino también otros aspectos, como los efectos del tipo de cambio real, bilateral y multilateral, los precios relativos, la apertura comercial e incentivos gubernamentales y el crecimiento en los países de destino. A finales del siglo XIX, Marshall (1879) señalaba que los países del mundo podían beneficiarse de las diferentes especializaciones internacionales y del libre comercio, tomando como base la ley

18 El resto, es decir, las exportaciones tradicionales, según el Decreto Supremo N.º 076-92-EF serían los siguientes productos: algodón, azúcar, café, harina y aceite de pescado, cobre, estaño, hierro, oro, plata refinada, plomo, zinc, molibdeno, petróleo crudo y derivados; el rubro «resto de agrícolas» que comprende a la hoja de coca y derivados, melazas, lanas, pieles frescas y chancaca; y el rubro «resto de mineros» que incluye al bismuto y tungsteno, principalmente.

de la ventaja comparativa (dotaciones de factores), las condiciones de la demanda y la tecnología.

Un esfuerzo de esta naturaleza, según la información brindada por el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) (2018), significaría una mejora potencial para las 7980 empresas que participaron en la generación de las exportaciones totales en el 2018, de las cuales 7518 se dedicaron a exportar, en específico, productos no tradicionales y el 97% de ellas pertenecen a las mipymes. Lo que se plantea es propiciar una mayor industrialización orientada a la exportación, promoviendo una mayor transferencia e innovación tecnológica mediante la focalización de los recursos públicos destinados al desarrollo de la CTI.

En ese sentido, es importante recordar que las exportaciones tradicionales se rigen por criterios internacionales, siendo poco lo que el Estado puede hacer para promoverlas, más allá de garantizar un régimen económico sustentado en la seguridad jurídica. En cambio, en el caso de las exportaciones no tradicionales, el Estado sí resulta un actor clave para garantizar su crecimiento sostenible. En este sentido, desde los años setenta, en el Perú se han venido aprobando una serie de normas promotoras de las exportaciones no tradicionales, que incluyen por lo general incentivos fiscales en la forma de exoneraciones, reducciones, reintegros y devoluciones tributarias. Ello, además de suscribir acuerdos comerciales que establezcan y faciliten la posibilidad de lograr el acceso a grandes e importantes mercados internacionales¹⁹.

Asimismo, el Estado debe velar por el aumento de la productividad y competitividad de la producción nacional, garan-

19 Entre los mercados más importantes están los de Estados Unidos, la Unión Europea, China y Japón.

tizando infraestructura (carreteras, puertos y aeropuertos) y operatividad de la logística. Debe garantizar también la seguridad hídrica y energética, recursos claves para el desarrollo en general, así como promover mecanismos de financiamiento que se adapten a los requerimientos del mercado.

Por otro lado, es preciso evaluar con seriedad el mantenimiento de la moratoria al ingreso de semillas transgénicas, lo que en definitiva mejoraría el rendimiento de los cultivos nacionales. En este último punto, la investigación y las buenas prácticas internacionales deberían permitir proteger nuestra biodiversidad, abordando el control y la regulación del manejo de los organismos genéticamente modificados allí donde sea necesario.

El Perú posee diferentes productos pesqueros, mineros y agrarios. En este último sector tenemos frutas, hortalizas, menestras, tubérculos, etc., que deben ser transformados y exportados al mundo con mayor valor agregado. Así, estos productos deberían ser comercializados en harinas, cápsulas, bebidas, compotas o combinados entre ellos, generando productos diversos. Existen diferentes regiones del mundo hacia donde sería posible dirigir los nuevos productos, así como una gran variedad de insumos que aún faltan por descubrir y ofertar al mercado internacional debido a nuestra diversidad geográfica y climática. La diversificación productiva permite generar y crear nuevos sectores donde desarrollar mano de obra calificada, además de darle un valor agregado a la materia prima originaria.

Desde esa perspectiva, a través del Decreto Supremo N.º 004-2014-PRODUCE, del 2014, el Perú aprobó el Plan Nacional de Diversificación Productiva (PNDF), una herramienta de planificación y gestión que tiene por objetivo principal impulsar

el crecimiento a mediano y largo plazo. Un crecimiento económico sostenible de largo plazo se puede lograr a través de la generación de una mayor capacidad productiva y transformadora, que lleve a la diversificación y sofisticación económica, la reducción de la dependencia de los precios de materias primas, la mejora de la productividad y el aumento del empleo formal y de calidad. La globalización de los procesos productivos implica la necesidad de diseñar una estrategia que responda a las características de la economía mundial, que continuamente se hace más competitiva y obliga a reducir la brecha de conocimientos tecnológicos que le permita ir ganando productividad al sector industrial nacional.

4.1. Estructura productiva y ciencia, tecnología e innovación

La economía del Perú está basada, en su mayoría, en servicios —entre 2007-2019, el 60% del PBI—. El sector agropecuario representa, históricamente, alrededor del 6% del PBI nacional, en tanto que el sector pesca y acuicultura no llega al 1%, mientras que el de manufactura tiene una representación que bordea el 14%. El que tiene una evolución más cambiante en su contribución al PBI es el de extracción de petróleo, gas, minerales y servicios conexos, pues habiendo representado alrededor del 14% en los años 2007-2011, baja su participación a niveles del 8% en los últimos años.

La estructura productiva del país, con un 70% de informalidad, no facilita la adopción y uso de conocimientos y tecnologías relevantes, aun de aquellas de libre disponibilidad en el mercado; de allí que solo el 0,8% de nuestras exportaciones

pueda calificarse como de alta tecnología. También es histórica la tendencia positiva de los precios internacionales de los metales industriales, la cual no ha ayudado a invertir seriamente en ciencia y tecnología para el desarrollo, pues su retribución a la economía nacional a lo largo de los años se consideró importante y suficiente como para mantener una expectativa de crecimiento²⁰. Las crecientes exportaciones registradas en los últimos años se componen sobre todo de cobre, oro, zinc, plomo, café y frutas²¹.

A pesar de la emergencia sanitaria generada por la COVID-19, en el 2020 las agroexportaciones peruanas, tradicionales y no tradicionales, alcanzaron un récord histórico al registrar un monto de 7550 millones de dólares, 6,7% más respecto al 2019. Este crecimiento se explica, principalmente, por la mayor venta de frutas (4061 millones de dólares), que representa más del 50% de las agroexportaciones y cerca del 10% de los envíos totales del país. Crecieron los envíos de uvas (1057 millones de dólares), arándanos (1031 millones de dólares), mangos (424 millones de dólares), mandarinas (257 millones de dólares) y paltas (835 millones de dólares).

El incremento de las agroexportaciones también fue influenciado por la mayor demanda de un grupo de productos a los que se les atribuye propiedades medicinales para prevenir enfermedades respiratorias, como el kion (109 millones de dólares), cebolla (97 millones de dólares) y ajo (27 millones de dólares). Otros productos que contribuyeron al crecimiento fue-

20 Por ejemplo, en el 2020 algunos precios terminaron el año por encima de los niveles prepandemia (oro: +27%, cobre: +3%), debido al crecimiento de la economía china (+2,3%).

21 Por el contrario, las importaciones del Perú están concentradas principalmente en equipos electrónicos, eléctricos y mecánicos, petróleo refinado y crudo, automóviles, camiones y maquinaria pesada, productos químicos, láminas, estructuras, barras y otros productos de hierro, plástico y caucho.

ron el café (649 millones de dólares), las conservas de pimienta (165 millones de dólares), el aceite de palma (67 millones de dólares) y el arroz (30 millones de dólares). Estas exportaciones fueron realizadas por 2321 empresas agroexportadoras (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2020).

La apertura comercial, que comenzó en los años noventa con la suscripción de más de veinte tratados comerciales²², llevó a la desaparición de muchas empresas industriales, las cuales habían acumulado un mínimo de capacidades tecnológicas a lo largo del tiempo. Por otro lado, la falta de apoyo a los sectores productivos nacionales condujo a una progresiva pérdida de competitividad, lo que puso a muchos sectores en desventaja frente a las empresas de países con los que se firmaron convenios bilaterales de apertura comercial. El espacio que dejó la desaparición o reducción de las actividades manufactureras de empresas peruanas fue cubierto con importaciones, desplazando a la producción local no competitiva.

El reducido nivel de complejidad de la producción peruana se evidencia con la composición de las exportaciones y la ínfima diversificación de las patentes otorgadas en el país (más adelante ampliaremos este tema para mayor comprensión). En la actualidad, si bien nuestra capacidad de exportación va mejorando, los productos exportados no tienen mayor valor agregado, pues en su mayoría se venden como productos frescos perecibles. Al respecto, habría que considerar incorporar procesos que les den mayor valor, por ejemplo, exportando pro-

22 Con estos tratados se logra el acceso al mercado internacional, mediante la consolidación de la apertura entre países, constituyéndose en una especie de contrato de estabilidad comercial con un conjunto de reglas (tales como las referidas a los derechos de propiedad intelectual y a la promoción de patentes, marcas y signos distintivos), además de la negociación de desgravaciones a largo plazo (quince a veinte años) para la mayoría de los productos y el manejo de cuotas de importación, entre otros.

ductos deshidratados, ya sea en pastas o concentrados, lo que involucra un importante trabajo de investigación y desarrollo tecnológico. Desde la perspectiva del desarrollo de la CTI, ello se lograría con el fortalecimiento del Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA), que tiene por función permitir que consumidores peruanos y del mundo puedan disfrutar de alimentos sanos e inocuos. Deberíamos lograr incorporar los productos de la agroexportación en las cadenas de productos globales, para lo cual es indispensable incluir los avances tecnológicos en el mercado de este tipo de productos.

De lo visto en los párrafos anteriores, es posible señalar que la estructura productiva peruana refleja una economía basada principalmente en la abundancia de recursos naturales. Los requerimientos tecnológicos son en su mayoría básicos, con bajos niveles de sofisticación y abastecidos sobre todo desde el exterior, lo cual incide en que haya poca demanda de soluciones tecnológicas domésticas. Por ello, existe poco interés por los temas referidos a ciencia, tecnología e innovación como para procurar cambiar el patrón de dependencia del incremento de las exportaciones basado en los favorables precios internacionales de las materias primas.

Al respecto, es importante recordar que Michael Porter (1995) planteó que el Perú debería trabajar más para mejorar el atractivo de otras industrias con mayor valor agregado económico y tecnológico, pues crecer solo a nivel macroeconómico no es suficiente. La economía peruana debe diversificarse y dejar de depender de los productos extractivos y el comercio de *commodities*. Para ello, Porter plantea una serie de propuestas, entre las que destaca el desarrollo de cadenas de valor; señala que el Perú tiene el potencial necesario como para hacer que el país se desarrolle económicamente y pone como

ejemplo los casos de la pesca, el desarrollo agroindustrial, el turismo, la joyería y, por supuesto, la minería. En relación a ello, agrega que para que estos dejen de ser superficiales y logren su sostenibilidad necesitan mayor coordinación y apoyo entre el sector privado y el Estado.

Es preciso ganar en competitividad a partir del incremento de la productividad o nos quedaremos congelados como abastecedores de materias primas. En base a lo expuesto, se evidencia que en el Perú no hay mayor conciencia ni consenso sobre la importancia o capacidad del impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo nacional. Por lo tanto, no hay certeza ni está internalizado en el imaginario colectivo que la generación del conocimiento, por medio de la investigación y el desarrollo tecnológico, produce externalidades positivas en la sociedad.

En suma, necesitamos que nuestros esfuerzos se realicen en forma coordinada entre instituciones públicas, empresas privadas, entidades académicas y organizaciones de la sociedad civil, además de las iniciativas de cooperación. La inversión pública en CTI debe apoyar directamente a las empresas con potencial o capacidad exportadoras, para que adquieran e implementen los nuevos conocimientos y tecnologías necesarios dentro de sus procesos productivos, para hacerlas más competitivas y fortalecer a las entidades que les brinden la logística necesaria para que logren un mayor acceso a los mercados internacionales, considerando que a nivel de la empresa ello no es automático ni barato, sino que requiere de una inversión de su parte y de apoyo estatal.

Un ejemplo de la importancia de este tipo de ideas es lo que está sucediendo en España con el tema de la fruticultura. En este país, el Instituto de Hortofruticultura Subtropical y

Mediterránea del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, una entidad privada que se financia sobre todo con recursos públicos, viene realizando investigaciones sobre el cultivo en clima mediterráneo de palta, mango, chirimoya, lichis, papayas, guanábanas, pitahayas e incluso cacao y café, con la finalidad de que España se pueda convertir en un centro de exportación agrícola para el resto de Europa, desplazando en alguna medida a sus actuales proveedores. A nivel interno, esta decisión implicó el desalojo, en algunos de sus territorios, de la producción de olivo y vid en la agricultura local. Si los actuales productores y proveedores del mercado europeo de estos bienes, como el Perú, no hacen algo para mejorar la productividad de esos productos, es posible que en un futuro próximo sean desplazados o sustituidos por paltas, mangos, chirimoyas o papayas españolas.

5

Otras realidades

5.1. Los «tigres asiáticos»

Los denominados «tigres asiáticos» (Singapur, Hong Kong, Corea del Sur y Taiwán) han alcanzado el elevado nivel de desarrollo que presentan en la actualidad, pese a que en la década del sesenta estos tenían economías semejantes a la peruana y hasta incluso alguna de ellas era más pequeña. Sánchez (2016) afirma que existen dos factores que permitieron este desarrollo: el primero de ellos fue la intervención del Estado, que hizo posible la creación de un entorno macroeconómico estable, así como el cambio de un modelo de industrialización por sustitución de importaciones a otro basado en la industrialización orientada a las exportaciones, basadas en el conocimiento. El segundo factor fue el ingreso de inversión extranjera directa, que facilitó el incremento del PBI, la mejora de la competitividad de los mercados locales, el aumento de los fondos para la financiación de las inversiones productivas y el desarrollo del capital humano.

Estos países comprendieron pronto que la ciencia, la tecnología y la innovación eran elementos esenciales para aumentar la competitividad y tener éxito en los mercados inter-

nacionales. Por tal motivo, llevaron a cabo una fuerte apuesta por las inversiones en CTI, lo que permite que hoy fabriquen una variedad de piezas y componentes inimaginables, en comparación con lo que producían a mediados del siglo pasado.

Los países de Asia, en particular los «tigres asiáticos», desarrollaron además vínculos cercanos entre universidades y centros de investigación para estimular la movilidad entre investigadores y proveedores de educación, con el objetivo de promover la innovación tecnológica y el desarrollo económico. El desarrollo industrial en países como Japón, China y Corea del Sur ha sido el motor principal de su crecimiento económico, y las principales áreas estratégicas de investigación se centran en los ámbitos de la biotecnología, robótica y nanotecnología, tecnologías de la comunicación y convergencia digital, energía y medioambiente, tecnologías agrícolas y procesado de alimentos, robótica y defensa (Sánchez, 2016).

Tomaremos como ejemplo Singapur y Corea del Sur. Singapur ha sido uno de los países que ha desarrollado un Plan Nacional de Ciencia y Tecnología enfocado en el incremento de la investigación y el desarrollo. Esta visión se vio recompensada en los años setenta al atraer capital extranjero y firmar importantes acuerdos de libre comercio con Estados Unidos, China, la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático y la Unión Europea. Con el paso del tiempo, el país evidenció sus altos niveles de educación (inversión en capital humano), sanidad y competitividad económica, que le permitieron convertirse en uno de los líderes mundiales en una importante variedad de industrias con un alto valor añadido. Hoy son líderes en electrónica, industria petroquímica, farmacéutica, instrumentos médicos, biotecnología, bioalimentos y servicios, lo que le po-

sibilita adquirir los recursos naturales y las materias primas de que carece. En la actualidad, Singapur, con apenas seis millones de habitantes, tiene un PBI de 372,1 millones de dólares (2019); es decir, con la quinta parte de la población del Perú, este país produce una y media vez más de lo que nuestro país al año (220 millones de dólares). Además, su PBI per cápita es de 65 230 dólares, monto que casi multiplica por diez nuestro ingreso per cápita, que en el 2019 fue de 7000 dólares.

Corea del Sur es miembro de la OCDE; está clasificado por el Banco Mundial como una economía de altos ingresos y el Fondo Monetario Internacional lo considera entre las economías más avanzadas. Por tradición, su economía se basaba en la agricultura; sin embargo, desde comienzos de la década del sesenta se ha llevado a cabo en este país una industrialización extraordinaria y muy rápida. En la actualidad, Corea del Sur es uno de los doce mayores Estados comerciales del mundo y su economía está dominada por conglomerados industriales, que agrupan grandes empresas como Samsung y Hyundai.

5.2. Países vecinos de la región

Argentina es el primer país latinoamericano en contemplar la innovación productiva asociada a la ciencia y la tecnología. El Estado argentino está convencido de que la CTI debe contribuir en mejorar las condiciones de desarrollo sustentable e inclusión social del país. Su Plan Nacional Argentina Innovación 2020 pone el acento en políticas focalizadas en tecnologías (nanotecnología, biotecnología y TIC) y sectores estratégicos (ambiente y desarrollo sustentable, agroindustria, energía, salud, industria y desarrollo social), para impulsar la innovación

inclusiva sobre el aprovechamiento pleno de las capacidades científico-tecnológicas nacionales, incremento de la competitividad y el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Por su parte, Chile, país miembro de la OCDE, tiene una política de CTI orientada a enfrentar desafíos urgentes e ineludibles como la transformación tecnológica, el cambio climático y el necesario fortalecimiento de la democracia a través de iniciativas que contribuyan al desarrollo integral y sostenible del país. En dicho marco, se prioriza la ejecución de un «Programa para la atracción de centros de excelencia internacional para la competitividad», mediante el cual la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) se propuso atraer centros especializados en algunos sectores estratégicos como minería, alimentos y biotecnología (Prado, 2017). Se puede mencionar, entre ellos, al Fraunhofer Chile Research-Center for Systems Biotechnology, que tiene como misión proveer soluciones al sector industrial, mediante el desarrollo de tecnologías innovadoras, en el ámbito de la biotecnología de sistemas y su aplicación en áreas de negocios claves; el International Centre of Excellence in Mining and Mineral Processing, que es un centro cuyo principal interés es desarrollar investigación aplicada conducente a mejorar la productividad de la industria minera; y el Centro de Excelencia en Nanotecnología, Leitat Chile, agente de transferencia orientada a crear valor sostenible mediante investigación y procesos tecnológicos, en colaboración con empresas e instituciones académicas.

El mayo del 2018, el Congreso chileno aprobó el proyecto que crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile. Se dispuso el plazo de un año para dictar el decreto correspondiente con la fecha de inicio del funcionamiento de este ministerio del Gobierno de Chile. Luego de más

de cinco años de peticiones se espera que esta nueva institucionalidad permita asegurar el impacto de la ciencia chilena en la generación de conocimiento. El proyecto crea una nueva institucionalidad para la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación, constituyéndose los siguientes organismos operativos: a) un ministerio; b) una agencia de investigación y desarrollo encargada de las funciones que, en la actualidad, tiene la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT); c) un Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, integrada por quince miembros que se encargará de elaborar una estrategia nacional de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo; d) cinco secretarías regionales ministeriales; e) un Consejo Asesor Ministerial de ocho miembros con reconocido prestigio en ciencia, tecnología e innovación; y f) un Comité de Ministros que incluye cuatro ministerios: Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Hacienda; Economía, Fomento y Turismo; y Educación. El Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación está encargado de «diseñar, formular, coordinar, implementar y evaluar las políticas, planes y programas destinados a fomentar y fortalecer las cuatro áreas que le dan su nombre y que están íntimamente relacionadas con la investigación científica y tecnológica nacional» (Oyarzún, 2018, p. 86).

La CTI en Colombia se ha centrado en apoyar la diversificación de la economía, teniendo en cuenta la variedad de recursos naturales; además, fortalece los procesos de innovación para mejorar la competitividad, analiza las tendencias en temas de CTI que permitan generar una serie de programas e instrumentos que busquen darle el valor y la importancia que la ciencia, la tecnología y la innovación deben tener, como un pilar fundamental de los colombianos para construir su fu-

turo. En enero del 2019, COLCIENCIAS, su ente rector, se transformó en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCIENCIAS), con el propósito de «impulsar la promoción del conocimiento, la productividad y la contribución al desarrollo y la competitividad del país, así como construir una sociedad más equitativa» (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 25 de enero del 2019, párr. 4). La transformación de COLCIENCIAS en MINCIENCIAS conlleva más autonomía para articular con las universidades, el sector privado y el Estado. El fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, además, garantiza una incidencia transversal en todos los sectores económicos y carteras ministeriales.

6

Situación actual de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú

6.1. Capacidades para el desarrollo de la CTI en el Perú: Ley Universitaria, universidad e investigación

La Ley Universitaria N.º 30220, promulgada el 8 de julio del 2014, tiene por objeto normar la creación, el funcionamiento, la supervisión y el cierre de las universidades. Asimismo, promueve el mejoramiento continuo de la calidad educativa de las instituciones universitarias, como entes fundamentales del desarrollo nacional, de la investigación y la cultura.

En su artículo 3, la Ley Universitaria define a la universidad como una comunidad académica orientada a la investigación y la docencia, que brinda una formación humanista, científica y tecnológica con una clara conciencia de nuestro país como realidad multicultural. Asimismo, adopta el concepto de educación como derecho fundamental y servicio público esencial, siendo sus principales virtudes el ordenamiento legal en un solo cuerpo normativo, la creación de una superintendencia que tiene la función de velar por la calidad de las instituciones universitarias y la instauración del vicerrectorado de investigación en la estructura de las universidades.

A nivel académico, una de las grandes modificaciones se refiere a los nuevos requisitos para la obtención del grado de bachiller y el título profesional. Es así como los estudiantes de pregrado que culminen satisfactoriamente sus cursos y créditos ya no podrán conseguir sus diplomas con un mero trámite administrativo. En tal sentido, la Ley Universitaria plantea que el universitario presente y sustente un trabajo de investigación, el cual se debe desarrollar desde el último ciclo con el curso de tesis. En el caso de la obtención del título profesional de licenciado, el estudiante deberá presentar un trabajo para lograr el grado de bachiller y una tesis para el título. En lo concerniente a los docentes universitarios, esta ley establece que todos deberán tener el grado de maestro para la formación en nivel de pregrado, grado de maestro o doctor para maestrías y programas de especialización y el grado de doctor para ejercer la docencia a nivel de doctorado. Estas exigencias deben cumplirse este año 2021, si no se sigue prolongado el tiempo para su puesta en práctica. Además, la ley establece condiciones para las nuevas universidades que quieran obtener la licencia para operar. La responsabilidad social universitaria se reconoce como fundamental, pues contribuye al desarrollo sostenible y al bienestar de la sociedad, y debe comprometer a toda la comunidad universitaria.

Con respecto a la investigación, la Ley Universitaria ha establecido que la investigación debe ser un componente esencial en una universidad que trabaja seriamente y con responsabilidad, y anima a los docentes, estudiantes y graduados a participar en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, en instituciones universitarias públicas o privadas.

Es importante señalar que, como producto de la actividad docente y de investigación, las universidades se dotan de diverso equipamiento para sus laboratorios, institutos de investigación y otras estructuras. A varios años de promulgada la Ley Universitaria, las universidades peruanas todavía siguen reforzando el potencial de sus recursos humanos y de su infraestructura, más aún teniendo en cuenta los procesos de aseguramiento de la calidad por los que debe transcurrir la universidad peruana. Con tal propósito, se espera que se implemente la política nacional para educación superior y técnico-productiva aprobada en agosto del 2020, así como que se confiera sostenibilidad al programa para la mejora de la calidad y pertinencia de los servicios de educación superior universitaria y tecnológica (PMESUT-BID), creado para implementar, en concordancia con el Ministerio de Educación, acciones que permitan que estudiantes de educación superior del país —de universidades, tecnológicos, pedagógicos, etc.— accedan a instituciones que brinden adecuados servicios educativos, pertinentes y de calidad a nivel nacional.

Con la expedición de la Ley Universitaria en el año 2014 también se buscó incidir en la dispersión, baja calidad y deficiencia observada hasta ese entonces en lo concerniente a los requisitos para la creación de universidades, lo cual se reflejaba, entre otros, en un reducido y débil papel de la actividad de investigación y promoción de la innovación en las universidades, debido no solo a la falta de fondos, sino también a una ausencia de una visión sobre la universidad peruana enmarcada en la excelencia, así como a la falta de lazos y/o vínculos con la sociedad. Desde mediados de la década del noventa, en el Perú se registró un aumento constante de universidades privadas, en tanto que en las universidades públicas la escala de remu-

neraciones cada vez era menos atractiva, lo que condujo a un deterioro generalizado de la calidad de la educación superior. Con la reforma universitaria del 2014 se cerraron 51 universidades, 46 de ellas privadas, lo que permitió equiparar la relación de la universidad pública con la privada, que en este año era de 34 a 66%, para pasar a 50% por lado en el 2020.

La nueva Ley Universitaria señala que la investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Asimismo, como ya se ha señalado, esta ley crea los vicerrectorados de investigación como la máxima autoridad en materia de investigación en la universidad, encargados de orientar, coordinar y organizar los proyectos y actividades que se desarrollan a través de las diversas unidades académicas.

Otra obligación que establece la Ley Universitaria se refiere a la necesidad de que las universidades definan líneas de investigación, convirtiendo esta dimensión en un rubro importante de la evaluación que la Superintendencia Nacional de Educación Superior (SUNEDU) realiza a las diferentes instituciones universitarias para obtener su licencia de funcionamiento. Además, las universidades deben contar con docentes investigadores, que por ley tienen un trato especial, económica y académicamente, siempre y cuando ostenten producción en investigación, debiendo ser una parte de esta la investigación aplicada que genere innovaciones o soluciones para el aparato productivo (León-Velarde y Morales Bermúdez, 2021).

En su Segundo Informe Bienal sobre la Realidad Universitaria en el Perú (2020), la SUNEDU presenta el *ranking* de universidades con más publicaciones realizadas por investigadores

peruanos²³, en el que se ratifica que la Universidad Cayetano Heredia, la Pontificia Universidad Católica del Perú, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, la Universidad Nacional Agraria La Molina y la Universidad Nacional de Ingeniería, todas ellas con sede en Lima, son las que tienen mayor producción científica escrita y, por lo tanto, las que más investigan.

Aun cuando los avances son importantes, el acceso a la universidad sigue siendo altamente inequitativo en el Perú, pues solo tres de cada diez estudiantes de los quintiles Q1 y Q2 de pobreza transitan a la educación superior, teniendo el Perú una de las tasas más bajas de matrícula en la región, pues solo 33% de los jóvenes de entre 18 y 24 años acceden a esta (UNESCO, 2019). Esta situación genera altos niveles de desempleo y subempleo, así como una baja proporción de capital humano con competencias adecuadas para contribuir al desarrollo sostenible y la competitividad del país. Existe además un problema con la matrícula en la educación superior peruana, pues a diferencia de la experiencia internacional, que se caracteriza por tener una población con preparación previa al trabajo, a través de una educación secundaria técnica o superior tecnológica, en el Perú, el 66% de la matrícula se concentra en las universidades²⁴.

En cuanto a la comparación regional, según la base de datos Scopus 2021, el Perú contribuye solo con el 3% de toda la producción académica de Sudamérica. Llama la atención también que, en esta base de datos, la producción científica de las universidades privadas, principalmente de las asociativas

23 Para su elaboración se utilizó la información documental de todas las disciplinas publicadas en revistas indexadas por Web of Science y Scopus, las dos principales bases de datos con altos estándares editoriales y científicos.

24 A ello se agrega que en el Perú se dejó de lado la secundaria técnica, que facilitaba que quienes terminaban el colegio se motivaran por desarrollarse de forma profesional en instituciones educativas tecnológicas.

sin fines de lucro, representa el 56,4% y de las públicas, solo el 35,4% de la producción nacional. Se espera que a partir del avance de la reforma universitaria, que incluye la creación en la estructura del Ministerio de Educación de un Viceministerio de Educación Superior, esta situación se revierta.

6.2. La necesidad de una formación integral en la educación superior

Otro aspecto para resaltar en los esfuerzos por reformar la educación superior es el regreso a una formación más integral, a través de la obligatoriedad de los estudios generales, que permite una plataforma de formación más amplia, ya que incluye nuevamente a las ciencias sociales y las humanidades. También sería necesario que se establezcan estudios de posgrado que, tras culminar el proceso de aprendizaje, rescaten otra vez la integridad del saber. Así pues, si bien la universidad tiene entre sus tareas centrales la formación de profesionales de acuerdo con las exigencias del mercado, ella no debe agotar su labor en la instrucción sobre técnicas o conocimientos específicos relativos a una determinada carrera. Recuperar u otorgar un nuevo impulso al estudio de las humanidades y las ciencias sociales implica, en tal sentido, que la universidad peruana se coloque en la situación más apropiada para formar profesionales eficientes que sean además ciudadanos responsables y conscientes de la realidad. En el terreno de la investigación, la amplitud de mirada es la que posibilita la gestación de nuevos enfoques y, por lo tanto, la realización de grandes descubrimientos.

La especialización ha traído consigo indudables beneficios para el desarrollo del conocimiento, en particular para las disciplinas científicas, pero también ella ha supuesto una tendencia a fragmentar y encasillar el saber en compartimentos estancos. Ese camino sin un horizonte integrador de nuestra experiencia, no solo la intelectual, sino en general la humana, corre el riesgo de volverse unidimensional, haciéndonos incapaces de captar la pluralidad y complejidad del mundo. Insistir en la importancia de las ciencias sociales y las humanidades contribuye a dotar a los jóvenes de una comprensión más cabal de las cosas, invitándonos a reflexionar sobre la unidad que habita en la multiplicidad (León-Velarde y Quiroz, 2019).

En relación con la producción de conocimiento nuevo, se requiere fomentar la transversalidad en las investigaciones. Esto se ve con claridad en proyectos de investigación médica o biológica. Por ejemplo, para una enfermedad infecciosa crónica, como la tuberculosis, es necesario lograr la adherencia al tratamiento, pues de nada sirve contar con un medicamento eficaz si el paciente no se habitúa a tomarlo. Para esto se debe contar con el apoyo de sociólogos, educadores, psicólogos y antropólogos, quienes estudian cómo se puede lograr ese objetivo. Otro ejemplo lo hallamos en los proyectos donde se involucra un cambio del escenario geográfico o el lícito temor de sacrificar el agua por la minería. Allí se hace indispensable el trabajo de sociólogos, antropólogos, entre otros, para discutir sobre los aspectos positivos y negativos que traerán consigo las transformaciones propuestas; esta manera de trabajar debe fomentarse desde muy temprano para resguardar la investigación de su, a veces, desmedida especificidad.

Por desgracia, este tipo de estudios casi no se producen en nuestro país, por lo que no sorprende que el portal Scimago

Journal & Country Rank, una importante plataforma que reúne estadísticas de investigaciones de todo el planeta, contenga poca producción peruana en publicaciones internacionales en humanidades y ciencias sociales, y que más bien las publicaciones de estas disciplinas corran por otros canales. Sin embargo, se hace más que nunca necesario, entonces, lograr una concepción cabal de lo que implica hacer investigación en el mundo de hoy y de las múltiples y variadas consecuencias que ella trae consigo. Alcanzar esa concepción cabal depende, en gran medida, de la formación sólida que puedan tener en las universidades nuestros futuros investigadores. En esa perspectiva, resultan muy importantes las ciencias humanas y sociales, no solo para dotar a la investigación un enfoque multidisciplinario y transversal, sino para darle un norte, un sentido crítico y responsable a los trabajos que realicemos.

Otro ámbito de la formación que permite una visión más holística de los propósitos de la ciencia y la tecnología, y que está muy poco desarrollado en las universidades peruanas, es la mediación científica²⁵, la cual debe ser realizada por educadores, pedagogos, periodistas, comunicadores y profesionales especializados en formación científica que constituyan equipos multidisciplinarios. Estos deben tener experiencia en investigación e intervención social, de modo que, como fruto de su trabajo, los mensajes científicos sean comprensibles para la sociedad.

Desde el Estado se cuenta con programas de popularización de la ciencia, a través de los cuales se espera crear puentes entre la comunidad científica y los ciudadanos. Este tipo

25 Esta permite sinergias, articulación y una adecuada convivencia entre las diversas disciplinas científicas y humanísticas. Permite también acercar las teorías y el quehacer científico al mundo real, y así mejorar la comunicación entre ellos. Busca que las partes interesadas actúen como un grupo, y contribuye a aumentar la confiabilidad de datos, muchas veces demasiado fríos o distantes de la comprensión no experta.

de programas construyen espacios de encuentro entre los científicos y la sociedad, y generan capacidades en recursos humanos científicos, educativos y comunicacionales, en donde se conjugan las ciencias sociales y humanas (pedagogía, didáctica, comunicación social) con la producción científica de manera inter y transdisciplinaria, aunque no son suficientes. Además de intensificar la formación en mediación científica, debemos hacer mayores esfuerzos para elevar la cultura científica en el Perú, integrando a todos los niveles de la sociedad (León-Velarde y Quiroz, 2019). Asimismo, debemos invertir más y mejor en nuevos espacios feriales que motiven vocaciones y en museos regionales de ciencia y tecnología.

6.3. Los institutos de investigación

Si bien los institutos públicos de investigación (IPI) en el Perú datan de la década del setenta, que es cuando se desarrollaron estos espacios para la investigación, es con la expedición de la Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación, en el 2004, que en el país se consolida la idea de un «sistema» como un espacio institucional con la participación de todos los programas, proyectos y actividades de ciencia y tecnología desarrollados por institutos o entidades públicas y privadas que realizan investigación científica.

La misión encomendada a los IPI peruanos se enfoca en sectores vinculados como los recursos naturales y agricultura, medioambiente y salud e infraestructura, observándose cierta debilidad en cuanto a la investigación industrial. En la siguiente tabla se muestra una clasificación de los IPI más importantes:

TABLA 3. Institutos públicos de investigación más importantes del país.

Áreas	Sectores	Institutos públicos de investigación
Exploración y explotación de recursos naturales	Agricultura, forestal, minero, pesca, recursos energéticos	Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Seguridad y salud nacional	Salud, nuclear, alimentario, medioambiente	Instituto Nacional de Salud (INS), Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)
Infraestructura e institutos generadores de datos	Geografía, espacio, meteorología, normalización, pruebas	Instituto Geográfico Nacional (IGN), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA)
Investigación industrial	Multitecnológico, centros de transferencia de tecnología, servicios de extensión, patentes	Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE), Instituto Tecnológico de la Producción (ITP), Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)

A lo largo de los años se ha podido observar que uno de los desafíos a los que se enfrentan estos institutos está relacionado con la financiación, ya que en su gran mayoría dependen del presupuesto público de los sectores a los que están adscritos, y este cubre principalmente el funcionamiento básico del instituto (Montoya, 2006). Algunas excepciones son el Ins-

tituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), cuyo presupuesto se cubre en forma flexible con ingresos provenientes de los derechos mineros; el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), que recibe ingresos que derivan de los permisos de pesca; o el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), que recibe financiamiento del canon del petróleo. Ello además de la falta de coordinación y dirección estratégica con los sectores a los que pertenecen y con la política nacional de CTI en general, así como con los eventuales grupos de interés privados, genera un nivel de investigación bajo, salvo honrosas excepciones, en comparación con la calidad internacional requerida en cada caso.

El sistema peruano tiene una debilidad específica en la investigación industrial; sin embargo, a través de los Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE) existe cierta cobertura sectorial y geográfica de transferencia de tecnología a la industria, pero es de lamentar que estos sean organizaciones pequeñas con capacidades y recursos de investigación muy limitados, aunque existen algunas excepciones.

A nivel de otras entidades sectoriales de investigación, los ministerios con una participación importante en el desarrollo de la ciencia y tecnología en el país son el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), el Ministerio de la Producción (PRODUCE), el Ministerio de Educación (MINEDU), el Ministerio del Ambiente (MINAM), el Ministerio de Agricultura (MINAG) y el Ministerio de Defensa (MINDEF). La Oficina de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) apoya la coordinación ministerial en temas y programas que involucran a múltiples agencias de diversos sectores y áreas de actividad.

En el ámbito del MINDEF se encuentra la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA), que

es el organismo que rige las actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo espacial en el Perú, además de ser sede de la Agencia Espacial del Perú.

Adscrito al MINAG se encuentra el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), cuya finalidad es proteger al país del ingreso de plagas y enfermedades para preservar nuestra riqueza agrícola y ganadera, permitiendo que consumidores peruanos y del mundo puedan disfrutar de alimentos sanos e inocuos. Ello además de ser responsable de promover y participar en la armonización y equivalencia de normas y medidas sanitarias y fitosanitarias.

Asimismo, bajo el Ministerio de Agricultura está el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), encargado de promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la nación. El SERFOR cuenta con un fondo concursable denominado Conglomerado de Proyectos SERFOR-CAF, además de un Programa de Desarrollo Forestal Sostenible, Inclusivo y Competitivo en la Amazonía Peruana.

Por su parte, el Ministerio de Relaciones Exteriores y la Marina de Guerra del Perú coordinan la Campaña Científica del Perú a la Antártida (ANTAR), que actúa en coordinación con el Instituto Antártico Peruano (INANPE) como organismo gubernamental que centraliza la planificación, coordinación y control de las actividades científicas del Perú en la Antártida.

En el ámbito del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento se encuentra el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), creado como una entidad de tratamiento especial de sector. El SENCICO tie-

ne como finalidad la formación de los trabajadores del sector construcción, la educación superior no universitaria, el desarrollo de investigaciones vinculadas a la problemática de la vivienda y edificación, así como a la propuesta de normas técnicas de aplicación nacional.

Por último, es importante señalar que, a nivel empresarial, los gremios tienen cierta injerencia en asuntos vinculados con la CTI, aunque en el sector privado existe un número limitado de empresas de producción y servicios que realizan investigación o innovaciones continuas y sistemáticas. Esto se debe sobre todo al proceso de informalidad que atravesó la economía peruana durante los años ochenta. La nueva configuración del sector productivo, con unas pocas empresas grandes y un mayor número de pequeñas empresas, dificulta el establecimiento y la consolidación de complejos o grupos (*clusters*) productivos.

Esta multiplicidad de actores debilita el sistema, el que se caracteriza por la proliferación de entidades intermedias y la falta de un enfoque estratégico y de acercamiento sistémico al más alto nivel. Rogers (2020) señala que es necesario, entonces, encauzar todas las dimensiones de la CTI bajo una estrategia unificada, pues para corregir la situación de desventaja en la que se encuentra la CTI peruana se debe consolidar, necesariamente, la gobernanza del sistema. El marco legal designaba al CONCYTEC la dirección del sistema nacional de CTI; no obstante, el rol rector que la ley le otorgaba no estaba acompañado de las asignaciones de recursos y presupuesto adecuado. Además, dada la transversalidad de las actividades y políticas de CTI, ciertas competencias son todavía asignadas a ministerios y otras organizaciones del sistema, lo que impide al CONCYTEC cumplir su rol rector. Las entidades ejecutoras, como institutos y algunos centros, responden a las directrices de los mi-

nisterios, y la aproximación del ente rector a los ministerios para definir roles al interior de estos no tiene ni recursos ni un claro mandato en la ley. Entonces, si bien existe un ente rector determinado por ley, hay varios actores y sectores con su cuota de poder y actuación en el sistema que impiden un funcionamiento armónico del sistema.

La naturaleza de los desafíos en los diversos ámbitos de los que depende el pleno desarrollo ciudadano es múltiple y dinámica; por lo tanto, no debemos pensar solo en soluciones acotadas, sino en un marco institucional eficiente, integrado y flexible, con una voluntad política acompañada de una estrategia de largo plazo. A nivel internacional, lo que ahora se promueve son programas que buscan grandes objetivos, con el concurso de las nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial o la genómica, por ejemplo, para resolver los grandes desafíos en salud, alimentación, uso del agua o cambio climático. Estos programas, si bien tienen un enfoque estratégico específico, se implementan asignando roles a los diferentes actores del sistema, en los que las universidades tienen un rol muy importante (León-Velarde, 2015).

La importancia de la CTI para todas las políticas de desarrollo y bienestar del país es más que evidente; sin embargo, los líderes políticos del Perú no lo han reconocido en el pasado, lo que se ha visto reflejado en la consideración es que la CTI es un sector entre otros o, lo que es peor, no ha sido siquiera considerada como una «función» del Estado. Cada gobierno tiene una prioridad y se gestionan proyectos y créditos relacionados con su enfoque, lo que resulta en una gestión de los préstamos dirigida hacia las prioridades puntuales de cada gobierno de turno. Desatar este nudo es vital para lograr más temprano que tarde el desarrollo pleno de la CTI en el Perú.

6.4. La cooperación internacional

En cooperación internacional, el Perú se encuentra en lo que se ha venido a denominar «la trampa de los países de mediano ingreso», lo cual supone que ya no es posible de recibir cooperación (en forma de donación) para el desarrollo, sino que debe acceder a estos recursos bajo la modalidad de «partenariado», lo que implica que debe aportar una proporción de recursos de contrapartida. Con dicho propósito, las distintas unidades ejecutoras y agencias de desarrollo de la CTI coordinan con el Ministerio de Economía y Finanzas y la Agencia Peruana de Cooperación Internacional las solicitudes de cooperación técnica y financiera internacional para CTI, en particular en aquellos casos que requieren formar parte de los programas de inversión pública y financiamiento externo.

Sin embargo, la experiencia señala que la obtención de cooperación para la investigación es cada vez más difícil de lograr, pues este ámbito es cada vez más competitivo y exigente, y los proyectos deben tener excelencia en su elaboración y pertinencia en su objetivo para lograr el deseado financiamiento. A nivel universitario, todavía esta posibilidad depende principalmente de las relaciones sociales de los investigadores. En el caso de los institutos públicos de investigación, se observa que, en promedio, estos cuentan con un bajo nivel de cooperación internacional. Algunos de los IPI han buscado nexos internacionales con universidades extranjeras, institutos de investigación y empresas multinacionales, pero solo unos pocos institutos públicos han realizado medidas tendientes a una mayor internacionalización, siendo muchos menos los que cuentan con una seria estrategia en ese sentido.

A nivel de las otras agencias públicas de desarrollo de la CTI, se observa una importante vinculación con entidades intergubernamentales, como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco de Desarrollo de América Latina y la Unión Europea, y Gobiernos amigos, como Reino Unido, Francia, Alemania, España, Estados Unidos de América, Corea, entre otros. En un mundo globalizado, la internacionalización de la investigación es cada vez más importante. Para países como el Perú, que se encuentran atrasados respecto del nivel internacional en cuanto a la investigación, una cooperación activa y específica con institutos de investigación de otros países de la región y fuera de ella permite asimilar lo bueno de los dos mundos y así ir mejorando la calidad de las investigaciones peruanas, allí donde la brecha es todavía grande.

6.5. Capital humano y contribución científica

En el Perú contamos con alrededor de 140 investigadores por millón de habitantes, mientras que en Colombia, Chile y México el promedio es de 400 (Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica, 2019b). Para reducir esta brecha, el Perú ha concentrado sus esfuerzos en formar nuevos investigadores a través del otorgamiento de becas de estudio, asegurar el retorno al país de los investigadores peruanos formados en el extranjero y la contratación de otros, peruanos o no, afiliados a destacadas universidades y centros de investigación en el mundo que quieran contribuir al desarrollo de la investigación científica en el Perú.

La inversión en la formación de capital humano altamente calificado permite contar con profesionales que trabajarán en

actividades generadoras de empleo y de valor (riqueza), contribuyendo en la lucha contra la pobreza. Según Rogers (2020), el Ministerio de Educación, en razón a su función, es de lejos el que invierte más en becas de formación vinculadas a temas de CTI en el Perú (alrededor del 50% del total de sus recursos destinados al desarrollo de la CTI), seguido por el CONCYTEC, que tiene el rubro becas como uno de sus principales instrumentos.

Mientras nos ponemos al día con el recurso humano que necesitamos para fortalecer nuestro sistema de ciencia, tecnología e innovación, debemos articular la producción del conocimiento con los diversos agentes económicos y sociales para el mejoramiento de la calidad de vida y el impulso de la productividad y competitividad del país. Tenemos que financiar y promover mecanismos asociativos para mejorar la producción científica y tecnológica a través de la constitución y el fortalecimiento de grupos, centros y redes de investigación que vinculen e impulsen el trabajo colaborativo entre los grupos de investigación nacional y los de excelencia del exterior. En el contexto de la globalización e internacionalización es indispensable complementar capacidades a través de grupos, centros y redes de investigación.

Luego de algunos años de experiencia en la subvención de proyectos de investigación en CTI, el Perú ya cuenta con un cúmulo importante de proyectos culminados, pero cuyos resultados no son necesariamente de conocimiento público y muchas veces tampoco de los sectores involucrados. La razón es que, por desgracia, en el marco del SINACYT, la coordinación no ha venido funcionando de manera óptima, pues se observa cierto déficit en lo concerniente al intercambio de información sobre las actividades y proyectos que cada institución subvenciona; además, no se ha contado con la decisión de focalizar el uso de los recursos que

el Estado destina al desarrollo de la CTI. Por tanto, dicho déficit no ha permitido lograr la mejor administración de estos, pues se observan varios casos en los que se presentan redundancias de proyectos similares subvencionados por más de una agencia.

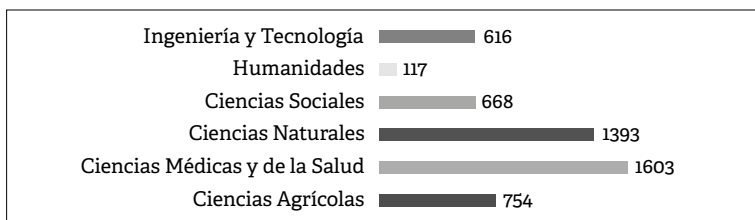
Al respecto, la nueva ley que crea el SINACTI pretende, a través del CONCYTEC, desarrollar y operar una infraestructura nacional e interoperable de información en CTI entre las agencias y actores de la CTI, de modo que estos cuenten con información en línea acerca de los concursos que cada uno convoca, desde la apertura y documentos de bases, pasando por los proyectos presentados, así como de los aprobados y subvencionados y de sus resultados, de forma tal de procurar evitar la duplicidad de proyectos financiados con recursos públicos y así poder evaluar y decidir sobre su alcance al culminar los proyectos. Dicho propósito ya se enmarca en la Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación y su Reglamento, pero si bien varias gestiones han intentado su construcción, la falta de continuidad en el apoyo y los recursos lo han convertido hasta ahora en un bien esquivo. Adicionalmente, esta solución deberá fomentar la ciencia de acceso abierto y coadyuvar a una mejor gestión de la información en CTI para la toma de decisiones basadas en evidencias.²⁶

Durante el proceso de licenciamiento de las universidades, desde el 2014 hasta el 2020, la SUNEDU recogió información acerca de las suscripciones a bases de datos o catálogos bibliográficos internacionales, encontrando que el 65,4% de las universidades peruanas cuentan con al menos una suscripción a estos servicios, siendo las universidades de la costa las que más cuentan con este recurso (74,2%), la mayoría de Lima y

26 Esta deficiencia se busca superar en el marco de la ejecución del préstamo con el BM para mejorar el SINACYT con la elaboración de una plataforma nacional de gestión del conocimiento en CTI.

Callao, mientras que las de la selva son las que tienen menos acceso a este tipo de fuentes (37,5%). Asimismo, identificaron que las universidades privadas son las que cuentan con mayor acceso a acervo bibliográfico internacional (76%), en tanto que tan solo el 46,9% de las instituciones públicas pudieron acreditar una suscripción a catálogos o bases de datos bibliográficos.

GRÁFICO 5. Investigadores RENACYT por área del conocimiento OECD (2020).



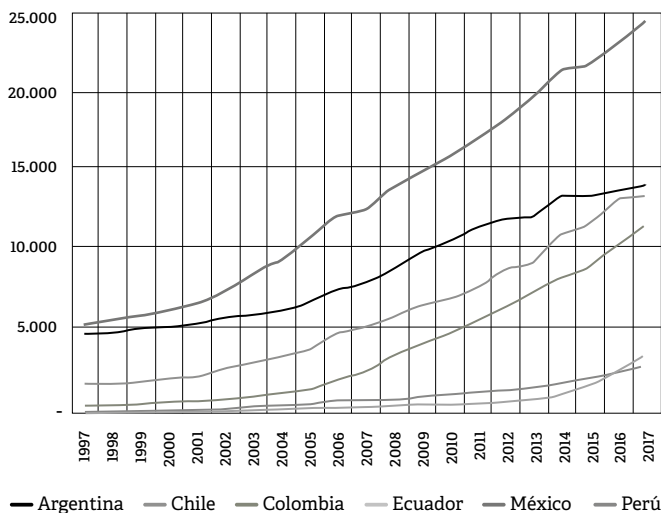
* Número de investigadores que han reportado vinculación a áreas de conocimiento OECD.

** Un investigador puede reportar más de un área de conocimiento.

Fuente: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (2020).

En cuanto a la producción bibliográfica, el portal Scimago Journal & Country Rank mide el impacto de las revistas científicas y establece la calidad de sus publicaciones, fundándose en el recuento de citas obtenidas (información de Scopus). En el *ranking* de producción científica por países del 2018 (www.scimago-jr.com/), el Perú aparece en el puesto 70 con 3369 documentos, en tanto que Ecuador lo hace en el puesto 62 y Colombia en el 47. Argentina, México y Brasil aparecen en los puestos 44, 28 y 14, respectivamente. El país con más producción científica es Estados Unidos con 683 003 documentos, seguido por China con 599 386, lo cual se condice con los niveles de inversión en CTI de cada país.

GRÁFICO 6. Evolución de la producción científica en Scopus (1997-2017).



Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (2019), tomado de Bonifaz y Gago (2021).

En el reporte de Scimago Journal & Country Rank del 2020 se cuentan con 32 958 revistas en Scopus o Web of Science; de estas, solo 13 revistas son peruanas, lo que representa alrededor de 0,85% del total de publicaciones latinoamericanas, que a su vez significa el 3,5% del total, al encontrarse en dicho reporte 888 revistas. El problema de gran parte de las revistas científicas peruanas es la sostenibilidad y la calidad de su producción. Tenemos revistas peruanas que no se encuentran en bases de datos o índices abiertos. Es por esta razón que el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación, denominado Alicia (Acceso Libre a la Información Científica), cobra importancia por ofrecer acceso abierto al patrimonio intelectual, resultado de la produc-

ción en materia de ciencia, tecnología e innovación realizada en entidades del sector público o con financiamiento del Estado²⁷.

Respecto a la producción científica, con base en lo registrado por Scopus²⁸ en el 2020, las áreas que más contribuyeron en la producción bibliográfica fueron las de medicina y ciencias agrícolas y biológicas, en menor medida fueron las de las ciencias vinculadas a la producción, como la ingeniería, lo que nos indica que la producción científica no tenía una mayor vinculación con el sector productivo/empresarial. Sin embargo, si bien se puede mencionar que en dicho período la producción científica ha venido en aumento, todavía es baja, pues cuando se compara con la producción científica por millón de habitantes Colombia tiene 3 veces más producción científica que Perú; Chile, 7; y Brasil, 25; y aun cuando la producción de Brasil parece muy abundante, América Latina representa solo el 5% de la producción científica mundial indexada en la base de datos Scopus. Adicionalmente, la producción científica refleja una alta concentración en Lima, seguida de las regiones de Arequipa, La Libertad, Loreto, Piura y Cusco; en otras regiones, la actividad científica es bastante menor.

6.6. El canon de recursos naturales para las universidades públicas

Desde el año 2004, cuando se comienza a aplicar la Ley N.º 27506, del 9 de julio del 2001, Ley de Canon, las universidades públicas estuvieron habilitadas para utilizar parte de

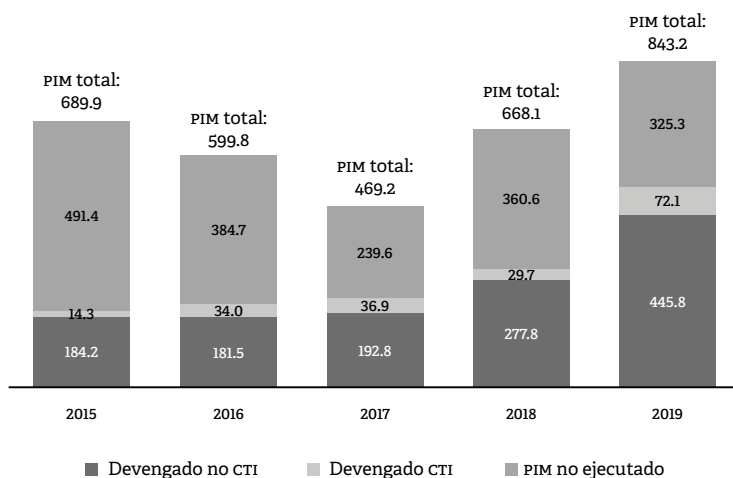
27 Ley N.º 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, del 4 de junio del 2013.

28 Scimago Journal & Country Rank (Scimago Lab, 2020), Scopus (Elsevier BV, 2020).

estos recursos para fines de investigación científica y tecnológica con importantes recursos. Boza (2006) menciona que, de acuerdo con el Ministerio de Economía y Finanzas, las universidades públicas comenzaron a recibir canon minero en junio de ese año, y que entre el 2004 y 2006 recibieron más de 116 millones de soles por este concepto, dinero que debería haberse traducido en investigaciones que redunden en el desarrollo local. Las regiones que más recibieron recursos en esos dos años fueron Cajamarca (37,2 millones de soles), Tacna (19,5 millones de soles), Moquegua (19,3 millones de soles) y Puno (12,6 millones de soles). Por su parte, Arequipa y Áncash recibieron alrededor de 7,25 millones de soles cada una; Cusco, Pasco y La Libertad, cerca de 2 millones de soles; Ica obtuvo poco más de un millón de soles; mientras que el resto recibió menos de un millón de soles (Junín, Apurímac, Huancavelica, Ayacucho, San Martín, Madre de Dios, Piura, Amazonas y Huánuco). Hasta hoy, las universidades públicas siguen recibiendo este importante recurso financiero para ser utilizado con preferencia en el financiamiento y cofinanciamiento de investigaciones de ciencia aplicada relacionadas con la salud pública y prevención de enfermedades endémicas, sanidad agropecuaria, preservación de la biodiversidad y el ecosistema de la zona geográfica de influencia donde se desarrollan las actividades económicas extractivas y utilización eficiente de energías renovables y procesos productivos.

Gracias a esta ley, las universidades públicas han recibido, entre 2012 y 2019, 680 millones de soles en promedio por año por concepto de canon, sobre canon y regalías mineras, habiendo ejecutado el 40% de estos recursos y concentrado además el 58% en 10 universidades. La revisión de los proyectos que financian las universidades con estos recursos da cuenta

GRÁFICO 7. Gasto del canon en CTI en universidades públicas
(en millones de soles), 2015-2019.



Fuente: Sistema Integrado de Administración Financiera-Ministerio de Economía y Finanzas / Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020) y además: el Consejo Privado de Competitividad (CPC)..

de que estos se destinan en su mayoría a proyectos no vinculados a la investigación. Del total de los 1500 proyectos que se programaron entre los años 2015 y 2019 para ser financiados con recursos del canon, sobrecanon y regalías mineras, tan solo el 22% pueden ser considerados como «vinculados a la investigación». Las universidades asignan una gran cantidad de recursos a proyectos no vinculados a la investigación, con los que se construyen viviendas de estudiantes, áreas recreativas y deportivas, entre otras cosas. Puede decirse, entonces, que hasta ahora los recursos del canon para universidades públicas no cumplen a cabalidad su objetivo de promover la investigación. Por disposición de los sucesivos gobiernos, estos recursos solo se pueden utilizar para gasto de infraestructura y no para proyectos de investigación ni para financiar los sa-

larios de los investigadores; por lo tanto, se habría perdido la oportunidad de generar redes de excelencia académica en las regiones. Así, esta importante fuente de financiamiento nacional, que generó tantas expectativas, debido a su uso o a la mala concepción de la norma y/o a las trabas burocráticas que entraña se ha convertido en un importante nudo que nadie parece estar dispuesto a desatar.

6.7. Los parques científico-tecnológicos

No podemos desconocer la importancia que los parques tecnológicos han tenido en el desarrollo de la CTI en Europa y América Latina. Contar con espacios físicos y virtuales para generar y facilitar la transferencia de conocimiento entre centros de investigación y empresas es un mecanismo común, usado sobre todo por países desarrollados, para implementar las políticas públicas de CTI. Así, el inicio de los parques científicos tecnológicos se produjo en la década del cincuenta, cuando la Universidad de Stanford, en Estados Unidos, conforma el primer parque científico-tecnológico, llamado Stanford Research Park; aquí se utiliza por primera vez el término «parque científico, tecnológico o de investigación». Stanford Park fue concebida como una plataforma de vinculación academia-industria con el objetivo de desarrollar tecnología de aplicación para el sector industrial, generación de empleo para los egresados de la Universidad de Stanford y la obtención de recursos para los docentes y la universidad a partir de la explotación de sus extensos territorios.

Algunos años después, en 1959, en Carolina del Norte surge el Research Triangle Park, uno de los parques de investigación

más grandes del mundo, conformado por la Universidad Duke, la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill y la Universidad Estatal de Carolina del Norte; en la actualidad, alberga empresas como Cisco Systems, IBM y GlaxoSmithKline. En los años setenta se comienzan a crear los parques en Europa, donde se destaca el desarrollo de España a través de políticas públicas asociadas a la inversión del gobierno regional y central. Más adelante, Japón, China e India crean sus parques tecnológicos, siempre con el aporte inicial del Gobierno y la aplicación de políticas públicas.

Se puede decir que, desde 1950 a 2007, la Universidad de Stanford se desarrolla a partir de su parque tecnológico. En 1950, lo que ahora se conoce como Silicon Valley no existía, pues esta zona estaba dedicada al cultivo de frutales. En aquella época, esta universidad gozaba de reconocimiento local en el estado de California, poseía grandes extensiones de tierras sin uso productivo y afrontaba problemas financieros importantes para mantenerse. Esta situación motivó que la universidad desplegara como estrategia generar las condiciones para el desarrollo del parque tecnológico, bajo tres mecanismos: 1) fomento del espíritu empresarial en sus facultades, 2) uso de sus terrenos y 3) vinculación con la industria. Antes de la ejecución de esta estrategia, la Universidad de Stanford contaba, en 1950, con alrededor de 2800 alumnos matriculados en posgrado, cada uno de los cuales pagaba por sus estudios 600 dólares al año; por otro lado, el valor conjunto de sus propiedades era de 44 millones de dólares, su presupuesto anual era de 100 millones de dólares y tenía una subvención anual de 11 millones de dólares; en tanto que no había ningún Premio Nobel entre sus miembros ni poseía alguna medalla o mérito nacional que la destaque en ciencias.

Para cambiar esta realidad se crearon los Programas de Afiliados Industriales, mecanismo que le permitió relacionarse con las empresas y explorar temas de investigación en un entorno competitivo. En ese sentido, desarrollaron el eje estratégico de talento humano (mediante la contratación de investigadores muy calificados y graduados talentosos) y la vinculación con las empresas (a través de consultorías especializadas y desarrollo de auspicios). Asimismo, impulsaron programas de fomento al espíritu empresarial con la entrega de subsidios no directos al disminuir el precio de los arriendos e impulsar beneficios a empresas que desarrollen tecnología; también apoyaron a sus investigadores a generar sus propias empresas. Las políticas nacionales y regionales de apoyo a la investigación resultaron, de igual manera, un gran impulso para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en la universidad.

En las décadas del setenta y ochenta se desplegó un programa de atracción de la industria de alta tecnología hacia las zonas cercanas a la universidad; como valor agregado, el parque tecnológico ofreció educación de alto nivel a los empleados de las empresas atraídas (Programa de Cooperación de Ingenieros), centrando su atención en la investigación y el desarrollo en sectores como defensa, circuitos integrados, computadoras personales e Internet.

Luego de cincuenta años de actividad, estos son algunos de los indicadores de la Universidad de Stanford: 1,35 millones de empleos generados, inversiones de capital de riesgo de más de 8000 millones de dólares, 1200 empresas establecidas por graduados y docentes de la universidad, que en conjunto representan más del 50% de la producción de Silicon Valley.

No solo los centros de investigación pueden, con ayuda de políticas públicas, desarrollar parques tecnológicos. Por ejem-

plo, en Japón y China, los parques surgen a partir del planeamiento urbano y de la creación de nuevas ciudades, muchas veces producto de la extensión de grandes áreas industriales. En estos casos, los Gobiernos no solo se enfocan en la tecnología, sino también en la formación de un nuevo asentamiento urbano o una ciudad completa, comprendiendo nuevas universidades, centros tecnológicos, conjuntos habitacionales, establecimientos culturales y parques de investigación. El énfasis de estas nuevas ciudades es el equilibrio entre la CTI y la producción. Los parques tecnológicos integran las nuevas ciudades y están asociados con el desarrollo de su infraestructura y sus instalaciones; el nuevo modelo de la ciudad, por lo tanto, responde a objetivos nacionales y regionales.

En el Perú, los documentos normativos definen, recién a inicios del siglo XXI, que un parque tecnológico es una organización con vínculos formales con una o más universidades, además de otras instituciones, públicas y privadas; reúne en un mismo espacio (aunque no tiene que ser en una misma área geográfica) instalaciones de gran calidad y recursos de investigación, desarrollo e innovación con el objetivo principal de impulsar la generación de nuevos conocimientos y su transferencia al mundo empresarial.

Un parque tecnológico puede ser un ente catalizador para la generación de ecosistemas de innovación o bien puede ser el resultado de la madurez de un ecosistema. A diferencia de los parques industriales, los parques tecnológicos capitalizan el conocimiento que se origina debido a la concentración de la CTI en su espacio, genera territorios innovadores producto del relacionamiento y la interacción de las entidades que lo conforman. En sus espacios no hay producción en masa, se llega hasta el producto beta o producto cero; ofrece servicios

de incubación, propiedad intelectual, transferencia e infraestructura de alto nivel para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. No solo acogen a empresas ya existentes y maduras para potenciar su competitividad, sino que dedican importantes esfuerzos para fomentar el nacimiento de nuevas empresas, lo cual se hace generalmente a través de programas de incubación, fomento de los *spin-offs*, etc. Trabajan en red y son elementos centrales de muchas de ellas; en sí mismos, son redes cuyos nodos los constituyen las empresas e instituciones en ellos instalados. Necesitan una gestión específica y especializada, se consideran proyectos de alta intensidad de gestión.

América Latina es una de las regiones que, en las dos últimas décadas, ha implementado con más intensidad parques tecnológicos. Destacan Brasil y México, con más de veinte parques tecnológicos operativos cada uno, implementados en gran medida por financiamiento público. Perú no cuenta con ningún parque tecnológico operativo, pero sí dispone de iniciativas que se han desarrollado por interés de gobiernos regionales y universidades públicas y privadas. En la última década han surgido más de diez iniciativas de parques tecnológicos: cuatro en Lima (PUCP, UPCH, UNI, UNMSM) y seis en otras regiones del país (Arequipa, Piura, Junín, La Libertad, Huánuco y Tacna).

Similares iniciativas y/o proyectos para consolidar los parques tecnológicos en el Perú surgieron desde los poderes Ejecutivo y Legislativo, donde también existió una genuina preocupación por regular este tipo de esquemas y apoyar así su promoción. Sin embargo, es necesario cumplir con ciertos factores habilitantes para que los parques tecnológicos tengan éxito; estos son: 1) deben existir políticas públicas que promuevan el desarrollo de investigación, ciencia, tecnología e innovación; 2) es necesario invertir en CTI y generar un eco-

sistema adecuado que facilite el nacimiento, el desarrollo y la consolidación de una iniciativa; 3) disponer de un equipo de gestión independiente y profesional que desarrolle la estrategia de negocio de largo plazo; 4) proximidad a universidades públicas y privadas e institutos técnicos públicos y privados; 5) creación de comunidades, vínculos de redes horizontales entre los actores del parque tecnológico; 6) soporte legal en temas de propiedad intelectual y difusión; y 7) demarcación en su nicho a partir de sus ventajas competitivas.

La experiencia internacional demuestra que los parques tecnológicos requieren recursos del erario público para iniciar su funcionamiento; este puede ser bajo la forma de proyectos de inversión pública, asociaciones público-privado, subvenciones para CTI, beneficios fiscales, exenciones tributarias, etc. En la actualidad, el CONCYTEC cuenta con la Ley N.º 30309, Ley que promueve la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica, a través de la cual se establece la exoneración tributaria para empresas que desarrollen CTI. Por último, es importante recalcar que como país necesitamos fomentar la vinculación entre la universidad, la industria y la sociedad a fin de aumentar la competitividad del país, además de mejorar nuestra calidad de vida. Los parques científicos y tecnológicos son una herramienta importante para lograrlo.

6.8. Las patentes de invención

A finales del siglo xx, los acuerdos con la Organización Mundial de Comercio contemplaban aspectos importantes sobre derechos de propiedad intelectual, obligando a los países firmantes al reconocimiento de las patentes. Con la confianza de

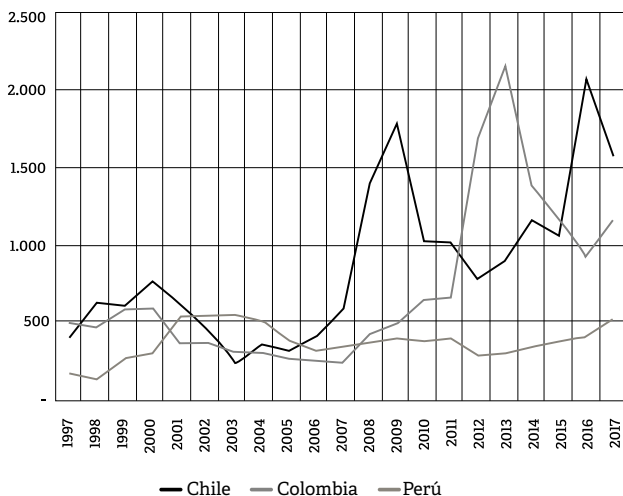
que sus inventos no serían copiados sin autorización, los países diseñaron políticas públicas para incrementar el número de solicitudes de patentes. De hecho, como producto de ello, en algunos países se incrementó de forma significativa el número de solicitudes de patentes, mientras que en otros hubo poco o ningún efecto. Como indica Montoya (2011), para proteger la propiedad intelectual hay que promoverla, y eso no se logra sin una política de inversión pública adecuada en ciencia, tecnología e innovación que dote al sistema de los recursos necesarios, así como de un adecuado fortalecimiento de sus recursos humanos.

En cualquier caso, es claro que se debe adaptar la propiedad intelectual a las necesidades de los países en vías de desarrollo, considerando que sus efectos en ellos son diferentes, pues el propietario de una patente puede frenar la innovación en la medida que no permite que otros usen su invento. Así, esta capacidad de proteger la propiedad de la invención favorece a los países con mayor producción y acceso a las patentes. Por otro lado, tenemos situaciones delicadas que felizmente ya se están considerando, como los problemas éticos que se generan cuando la propiedad intelectual sobre un producto de investigación o las invenciones de los que dependen, por ejemplo, la alimentación o la salud de las poblaciones, se protege de manera parcial o total, generando una situación indiscutible de inequidad.

Los procesos que acompañaron la explosión de innovaciones a nivel internacional fueron la transferencia de tecnología, tanto incorporada como las patentes de invención, procesos y *software*; y la inversión en ciencia, tecnología e innovación, con un esfuerzo inicial importante de parte del Estado, que luego fue mantenido por el sector privado, sobre

todo en los países desarrollados. Las patentes son, entonces, un indicador de innovación y representan la voluntad de registrar una invención, un modelo o diseño que se caracteriza por ser considerado único y novedoso en un ámbito geográfico determinado. El informe de la SUNEDU (2020) muestra que antes del año 2011 el total de solicitudes de patentes de las universidades ante INDECOPI era menor a 10, pero que a partir de ese año hasta el 2016 se produjo un crecimiento sostenido de estas solicitudes, pasando de 3 a 86. De acuerdo a la ubicación de la sede de la universidad solicitante, se evidencia que Lima Metropolitana y Callao han concentrado la gran mayoría de solicitudes de patentes.

GRÁFICO 8. Patentes otorgadas en Chile, Colombia y Perú (1997-2017).



Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (2019), tomado de Bonifaz y Gago (2021).

Por otra parte, entre 2008 y 2018 se registra un aumento sostenido de solicitudes de patentes ante INDECOPI por par-

te de las universidades. Desde el 2013 se observa un repunte significativo de las solicitudes presentadas por universidades públicas, que pasaron de 16 en el 2013 a 44 en el 2016, aunque bajó a 35 en el 2018. Sin embargo, este número de patentes es todavía muy bajo cuando se compara con países de la región, pues en los últimos diez años Perú no llega a 600 patentes por año, cuando Chile y Colombia, por su parte, presentaron en el mismo período más de 1500 patentes por año (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2019). Es aún más preocupante la situación cuando advertimos que alrededor del 80% de las patentes peruanas tiene el concurso de instituciones, empresas o personas de otros países. De lo anterior, así como de lo desarrollado ya en buena parte de este libro, se puede deducir que, en el Perú, las capacidades en ciencia y tecnología están relegadas y que no se están desarrollando tecnologías emergentes. También se puede deducir que no hay cultura de patentar o que, en todo caso, las ideas que devienen en investigaciones aplicadas no son suficientes como para patentar sus resultados.

Entre los grupos que patentan, las mujeres representan sólo el 17% (Miñano, 2019). Existe una brecha entre las solicitudes nacionales con presencia femenina (80 solicitudes; el 74 % en Lima, le sigue Arequipa con 6%) respecto del total en el 2018 (420 patentes solicitadas).

Incrementar las patentes femeninas es necesario, porque cuando los equipos de inventores se constituyen de sólo mujeres, se tiene más posibilidades de inventar tecnología relacionadas a la mujer. Los hombres de manera natural tienen menor tendencia a inventar equipamiento que no usarán nunca, como los relacionados a la maternidad, por ejemplo. Además, las patentes de mujeres están más relacionadas a artículos

personales o domésticos, alimentación o agricultura, salud o entretenimiento. Recién en la última década el número de patentes con al menos una mujer inventora se incrementó de manera sostenida y las inventoras peruanas se están especializando en tecnologías emergentes como la energía, biotecnología y minería (Miñano, 2019).

El menor número de patentes de mujeres está obviamente relacionado con la menor presencia de mujeres en los ámbitos de ciencia e ingeniería, con una menor proporción de publicaciones científicas que los hombres, un menor grado de colaboración internacional, y con premios en ciencia menos importantes que los hombres.

6.9. La inversión extranjera

Otra fuente para el desarrollo de la CTI debería ser la inversión extranjera directa (IED), dado que se reconoce que es uno de los canales más importantes a través del cual la tecnología se transfiere entre países. La superioridad tecnológica de las empresas multinacionales con relación a las empresas locales debiera facilitar el traslado o adaptación del conocimiento por distintas vías.

Al respecto, hay que recordar que el Perú, luego de una experiencia reguladora de la IED, marcas, patentes, licencias y regalías a mediados de la década del setenta, en la década siguiente aplicó una política de total apertura y desregulación, que se reflejó en una importante recepción de este tipo de inversión. Las cifras sobre IED establecida en el país no es poca;

según PROINVERSIÓN²⁹, la inversión extranjera se incrementó de poco menos 15 000 millones de dólares en el 2005 a alrededor de 26 600 millones de dólares en el 2020³⁰.

Entonces, la pregunta es: ¿dicho tratamiento promovió la transferencia de tecnología al país? En la presentación del Seminario Internacional: Claves de una Estrategia Competitiva, organizado por la Universidad del Pacífico, a finales del 2009, luego de resaltar las altas tasa de crecimiento de la economía peruana, Michael Porter advirtió que «la inversión extranjera debería estar construyendo nuevas fábricas, creando nuevas tecnologías y experiencias, pero eso no es lo que estaba sucediendo pues, por lo general, se orientan a comprar negocios ya existentes, lo cual sería un signo peligroso porque significa que los inversionistas extranjeros que quieren construir fábricas no están pensando en el Perú». Dicha situación, según su criterio, obedecía a nuestra escasa productividad, poca competitividad y un entorno no muy favorable para hacer empresas innovadoras, como el bajo nivel de nuestro sistema educativo, mal sistema de salud, deficiente infraestructura física, la preocupante desigualdad social, el alto nivel de corrupción y el elevado grado de informalidad.

La falta de transferencia de tecnología por parte de los inversionistas extranjeros se explica porque: 1) por lo común, la transferencia de tecnología es un proceso interno; así, siendo las transnacionales parte de consorcios, consiguen o entregan

29 Las cifras que proporciona PROINVERSIÓN se basan en las declaraciones de registro que presentan los inversionistas o las empresas receptoras de la inversión, en cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 2 y 19 del Decreto Legislativo N.º 662, del 29 de agosto de 1991.

30 Según PROINVERSIÓN, la IED que ingresa al Perú se orienta en un 61% a los sectores minería (23%), comunicaciones (20%) y finanzas (18%). El sector industrial recibe el 12% de la IED; luego, aparecen los sectores de comercio (3%), servicios (3%) y petróleo (3%); los demás sectores representan el 5% restante.

la tecnología entre empresas filiales, omitiendo la utilización de patentes, licencias, etc.; 2) las empresas transnacionales transfieren o venden tecnología sin pensar en las necesidades del país receptor (en particular, si es un país en vías de desarrollo); y 3) los compradores de tecnología desarrollada por empresas transnacionales generalmente no adquieren el control de la tecnología incorporada, lo cual dificulta su adaptación para otros propósitos o su capacidad de reproducirla.

Lo descrito aboga por la necesidad de adelantar un planteamiento orientado a lograr un desarrollo más endógeno, al menos en lo que concierne a la producción con capacidad exportadora, diversificando las fuentes tecnológicas. La experiencia internacional indica que, en las últimas décadas, los países que alcanzaron su desarrollo y hoy exportan productos de tecnología avanzada, lo hicieron a través de una significativa inversión de recursos públicos y privados, un marco institucional eficiente, integrado y flexible y una voluntad política acompañada de una estrategia de largo plazo (Sagasti y Málaga, 2018).

7

El futuro de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú

7.1. Principales desafíos que resolver y el recurso humano

En el Perú contamos, en la actualidad, con cerca de 1200 investigadores calificados con estándares internacionales y una considerable dedicación a la investigación, así como otros 3800 investigadores con una posición muy inestable y cierta producción académica, que logran realizar con mucha heroicidad entre su labor docente y su ocupación profesional (Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica, 2019b). Sumados ambos grupos se llega a la modesta cifra de alrededor de 140 investigadores por millón de habitantes. Esta es una foto del momento y permite tener claridad sobre la brecha que nos separa de otros países miembros de la OCDE, los cuales cuentan con 4200 investigadores por millón de habitantes.

Por tanto, es necesario aumentar el número de profesionales que se dediquen a la investigación en CTI y así cerrar la brecha requerida para fortalecer el desarrollo de una estructura social y productiva sólida y sostenible para nuestro país. Las políticas en ciencia y tecnología ya en marcha avanzan hacia la

reducción de este déficit, pero también requieren seguir abordando las enormes necesidades que los investigadores tienen, sobre todo en las regiones del interior del país, así como los incentivos que es preciso promover para generar más capacidades en las regiones. De cara al bicentenario, la articulación de la academia, la empresa privada, el Estado y los demás actores del SINACYT estamos convocados a seguir articulando esfuerzos e iniciativas puntuales para satisfacer estas demandas.

La más reciente estadística del RENACYT revela que el 63% de los 5000 investigadores registrados declara que trabaja en Lima. Ello, otra vez, pone de manifiesto la urgencia de continuar promoviendo en todo el territorio nacional la actividad científica y tecnológica. Otro dato para resaltar es que, en las regiones, apenas 1 de cada 4 investigadores es mujer. La cifra contrasta con la participación de mujeres en los concursos nacionales por financiamiento, que desde el 2015 al 2020 creció de 31 a 37%. Esta brecha de género exige seguir impulsando las carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) entre niñas y adolescentes, así como la intervención de científicas en proyectos de investigación (León-Velarde, 2013). Un avance en esa línea es la participación femenina en la Feria Escolar Nacional Eureka, en el 2019, donde el 75% de los ganadores fueron mujeres.

Por otro lado, del total de investigadores en regiones, 1 de cada 5 pertenece al grupo de científicos con una dedicación orientada sobre todo a la investigación, y el resto declara una dedicación compartida entre la docencia y otras actividades profesionales, mientras que el promedio nacional es de 30 y 70%, respectivamente. Ello evidencia que fuera de Lima más profesionales de las ciencias precisan de más incentivos para abrazar la labor científica con aún mayor dedicación. Con

respecto a las áreas de interés de los investigadores peruanos en regiones, las cifras del RENACYT también revelan que —de acuerdo con la división del conocimiento que propone la OCDE— el 29,3% se aboca a las ciencias naturales; el 21,7%, a las ciencias médicas; y el 18,5%, a las ciencias agrícolas. Por su parte, las cifras de Lima nos señalan que el 37% se dedica a las ciencias médicas y de la salud. No obstante, es necesario incentivar a la vez los estudios que desde algunas regiones ya se vienen haciendo en minería y manufactura avanzada, de cara a las necesidades de la industria, así como en tecnologías de la información y transformación digital que acerquen más productos y servicios a todos los peruanos. Por su parte, los investigadores dedicados a las ciencias humanas y sociales representan el 12% del total.

Por último, las cifras revelan que, en regiones, el 23,7% de investigadores tiene entre 30 a 39 años, el 36,3% tiene entre 40 y 49 años y el 40% tiene o supera los 50 años, lo que retrata un sistema con recurso humano maduro que necesita los estímulos correspondientes para asegurar un saludable recambio generacional, a fin de seguir incrementando la producción científica del Perú, como ha venido ocurriendo en años recientes. Para ello hay que invertir en generar las condiciones para que los jóvenes opten por estudiar carreras afines a la ciencia y la tecnología, fortalecer o crear en las universidades los programas necesarios y establecer las condiciones básicas para permitir el desarrollo profesional del investigador, sin que ocurra la emigración de profesionales y técnicos calificados (la denominada fuga de talentos) registrada en la década del setenta de manera importante, pero que ha continuado a los largo de toda la segunda mitad del siglo xx.

Asimismo, es necesario fortalecer la institucionalidad, de forma tal que tenga la capacidad para incidir en la generación de políticas de promoción de la CTI a nivel nacional, regional y sectorial, evitando la duplicación de esfuerzos, facilitando la transmisión del conocimiento y propiciando su conexión con las necesidades y demandas de la economía o de las políticas sociales del país. De igual manera, darle funcionalidad a la investigación en CTI con la visión de contribuir a los grandes objetivos nacionales, evitando que responda a intereses individuales y que aporte conocimiento, pero que también sus resultados impacten en la sociedad en su conjunto.

Para resolver la situación en que todavía se encuentra el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación peruanas, es necesario generar incentivos para su desarrollo con adecuadas fuentes de financiamiento, instrumentos tanto de promoción para la absorción, transferencia y difusión tecnológica con un enfoque multidisciplinario como de acompañamiento del emprendimiento tecnológico (Ísmodes, 2006 y 2014).

7.2. Participación estatal en el desarrollo de la innovación tecnológica en el Perú

De acuerdo con la literatura económica, países con una producción más diversa y con mayor grado de elaboración y complejidad tecnológica tienden a crecer con tasas más altas y sostenibles en el tiempo. La pandemia y su dolorosa secuela nos ratifica que es indispensable fortalecer y aligerar la administración de nuestro Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. El sistema peruano de CTI que hoy se expresa en el nuevo SINACTI debe convertirse en una instancia más firme

de coordinación de políticas que fomente, articule y supervise las acciones que se ejecutan en los diferentes sectores. Es necesario implementar lineamientos claros para el desarrollo de la CTI y financiarlos de forma apropiada, así como formar capital humano de alto nivel, poniendo énfasis y recursos en la formación en nuevas tecnologías (tecnologías digitales y de la computación, nano y biotecnología, robótica, genómica, etc.). Nuestra ciencia y tecnología requiere, con urgencia, un alineamiento multisectorial si queremos lograr el impacto deseado ante una estrategia planteada, en especial cuando nos encontramos ante una pandemia. En el bicentenario de la república se requiere un esfuerzo renovado.

El Perú ya dio el gran paso, que fue avanzar de una economía de bajos ingresos a otra de ingresos medios. El reto ahora es transitar a establecerse como una economía de bienestar para todos sus ciudadanos, que sea consecuencia de un pleno desarrollo sostenible; y, para ello, debemos avanzar en nuestro desarrollo científico y tecnológico. No basta con ser capaces de absorber tecnología, tenemos que generar nuevo conocimiento, tenemos que innovar. Sin este salto tecnológico y sin un rumbo político marcado por la evidencia, producto de la investigación, construir un país igualitario, justo y competitivo que millones de peruanas y peruanos queremos y necesitamos puede convertirse en otro de los tantos ensueños de nuestra historia.

La literatura económica también muestra que hay ciertas funciones que son exclusivas del Gobierno, entre las cuales se encuentran diseñar y ejecutar políticas, asignar recursos y regular. Por otro lado, hay una serie de funciones que son compartidas con otras organizaciones, como el financiamiento y la ejecución de actividades relacionadas con la innovación, la

investigación y la creación de vinculaciones y flujos de conocimiento. Es menester reconocer que, en lo segundo, el Estado es solo un actor que interviene asignando algunos recursos para el desarrollo y/o promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación y que hay otros actores que también la impulsan, pero que estos últimos lo hacen, por lo general, conforme a sus intereses. Así como los otros actores, el Estado también debería reflejar sus intereses respecto a la orientación y desarrollo de la CTI. Para ello hace falta mayor claridad acerca de la dirección y del rumbo que el país debe tomar de cara al futuro en los ámbitos económico y productivo, siendo conscientes de las restricciones que surgen de la situación política y económica por la que atraviesa el país y de la importancia que se le asigna a la ciencia, la tecnología y la innovación.

La preocupación inicial y esencial de todo país es la aspiración al desarrollo, pero cumpliendo los objetivos del desarrollo sostenible³¹. Una de las restricciones al bienestar de la población se refiere a las condiciones técnicas de producción, en particular en economías en vías de desarrollo o intermedias, como es el caso de la del Perú, así como las relativas al volumen, la composición y la continuidad de la actividad económica. Economías basadas en actividades primarias de poco valor agregado no aportan mucho a dicha aspiración. Existe el consenso de que el conocimiento y el desarrollo tecnológico son los principales determinantes del crecimiento económico, el progreso y la elevación del nivel de vida de la población, tal como se observa en los países desarrollados y en aquellos emergentes como los llamados «tigres asiáticos», que lo han

31 Entendido como la creación de condiciones que hagan posible una vida mejor para toda la población y no solo lograr altas tasas de crecimiento de los indicadores macroeconómicos.

logrado con rapidez al asumir este convencimiento como una política pública revelada, consistente y de largo plazo.

Como hemos visto, desde hace casi dos décadas, el Perú experimenta un crecimiento económico sostenido que le ha permitido entrar al grupo de los países de medianos ingresos³². Sin embargo, de acuerdo con varios estudios, tal modelo de crecimiento no se podrá mantener a mediano y largo plazo si en paralelo no se realizan esfuerzos significativos para mejorar la eficiencia en la utilización de los factores productivos del país³³. Por esta razón es necesario establecer nuevas prioridades en materia de inversión pública, que promueva y aliente un modelo de crecimiento económico sustentado en fuentes más duraderas, lo que requiere de una práctica constante y fuerte de innovación y desarrollo tecnológico.

Vega Centeno (2003) ya advertía que, en la perspectiva de superar la etapa de desarrollo intermedio e ingresar a la OCDE, no era suficiente registrar buenas tasas de crecimiento económico, sino que también se requería aumentar la oferta agregada distinta a la de los productos básicos, donde se han encontrado deficiencias tanto en lo que toca al volumen y a la composición de la producción interna como en la composición del comercio exterior, no siempre beneficiosa a largo plazo. En ese sentido, el autor señala que estas imperfecciones llevan a reiterar la necesidad de intensificar o ampliar y diversificar la producción, sobre todo industrial, que es mayormente deficitaria y que, además, sirve de argumento para el desequilibrio del intercambio con el exterior.

32 Lamentablemente, en el 2020, por efecto de la pandemia de la COVID-19 esta tendencia se cortó y se tuvo como resultados una reducción dramática del PBI estimada en alrededor de -12%.

33 No se trata de crecer por crecer, ya que el crecimiento económico tiene una finalidad, que es la de contribuir al desarrollo ampliando las posibilidades de bienestar para toda la población.

Se trata de elevar la productividad, utilizar mejor los recursos propios y abordar nuevas etapas de producción, además de nuevas producciones. En ese orden de ideas, es también necesario resaltar el papel de la diversificación de las exportaciones para reducir la volatilidad y dependencia externa y acelerar el crecimiento económico³⁴. Es aquí donde tiene un importante rol que jugar la inversión pública y privada en ciencia, tecnología e innovación para propiciar dicha diversificación.

Entonces, en ese contexto, es válido plantearse la interrogante respecto de para qué la adquisición de nuevos conocimientos y tecnologías. Un primer intento de respuesta sería para acelerar los procesos productivos y orientarlos a aquellas actividades que califican como estratégicas para el desarrollo del país. Ello implica priorización y focalización, dado lo limitado de los recursos con los que cuenta el Perú, esto es, 18% (que incluye nuestro endeudamiento) de toda la recaudación a disposición de los diversos sectores, de los cuales casi el 40% es destinado para el sector salud, educación, transporte y comunicaciones.

Ha llegado el momento de actuar en base a la evidencia y las buenas prácticas que han funcionado en otros países, pero adaptándolas a nuestra realidad. Ya se nos ha hecho humo varios momentos en los que una decisión pudo haber tenido resultados positivos para el desarrollo nacional. La urgencia y la realidad nos obligan a asumir un nuevo paradigma tecnoeconómico. Dicho nuevo paradigma se basa en la idea de que la inversión pública en CTI debería destinarse a la búsqueda de modificar la matriz productiva del país, a fin de lograr desarrollar producciones con mayor valor agregado, asegurando su competitividad y productividad sobre la base de criterios de ren-

34 Ahora bien, esto último supone, en principio, desarrollo industrial, ya que es en ese campo que se registran las mayores ausencias.

tabilidad, calidad y estandarización de la producción. Es decir, buscar la implementación y consolidación de nuevas formas y métodos productivos más eficientes, de acuerdo con el interés nacional³⁵.

Las políticas públicas deben estar basadas en evidencia y no solamente apelar a la experiencia práctica o a la ideología como criterios para tomar decisiones. Para la definición de toda política pública es indispensable contar con datos, registros, estadísticas, resultados para implementarlas de forma adecuada. La investigación en temas de gestión para mejorar la eficacia de políticas públicas es también fundamental. Por tanto, quienes están vinculados al mundo universitario deben esforzarse por hacer un trabajo más orientado a la solución de problemas urgentes y significativos, y hacerlo de manera que sea fácil de entender, entregando más información sobre la utilidad y la relevancia social de la investigación, haciendo más esfuerzo de divulgación, de trabajo interdisciplinario y de relación con el periodismo, la política y los funcionarios públicos, luchando contra toda maniobra de desinformación promovida, sobre todo, por la dinámica de las redes sociales.

Como veremos más adelante, dadas las condicionantes como resultado de las políticas nacionales, el Perú está en un momento en el que debe hacer cambios (innovación radical). La tendencia mundial de apertura comercial no es un fenómeno coyuntural, aún con la experiencia traumática de la pandemia por la COVID-19 que la trastocó en algunos temas transitorios y puntuales, como las restricciones al libre comercio de algunos

35 Gustavo Crespi, especialista en competitividad, tecnología e innovación del BID, en una entrevista para Vida y Futuro expresa su preocupación por el rezago de Perú en términos de «promoción de la ciencia, tecnología e innovación (CTI), tanto a nivel de resultados en materia de investigación como a nivel de innovación, lo cual se refleja en la baja diversificación de la estructura productiva del país» (citado en Medina, 1 de junio del 2020, párr. 3).

productos sanitarios. No se debería perder, otra vez, la oportunidad de propiciar el cambio de la matriz productiva que se presentó al inicio de la globalización. Los precios internacionales de las materias primas que incidieron en el incremento de nuestras exportaciones y en las altas tasas de crecimiento del PBI, los cuales sometieron al país a una zona de confort que congeló dicha posibilidad. Debemos retomar el énfasis que algún día le pusimos a algunas áreas de investigación, donde con claridad tenemos ventajas comparativas.

Como bien señala Montoya (2006), hacia finales del siglo xx y la primera década del siglo xxi vimos tímidos avances en la investigación de temas como biominería, conocimiento del ciclo hidrológico, ciencias de los materiales, ciencias de la salud y mejoramiento genético de algunos de nuestros recursos naturales, como la fibra de los camélidos sudamericanos y el algodón. Sin embargo, debemos retomar y acelerar el paso en la investigación y promoción de la CTI, pues conforme pasa el tiempo será más difícil, en un mundo cada vez más competitivo y que además sufre las consecuencias de una pandemia.

Un primer aspecto que se debe tener en cuenta en el ámbito de la política pública es lo concerniente a la administración de recursos escasos. En ese sentido, frente a la limitación de recursos posibles para ser destinados a la promoción de la CTI habría que considerar la importancia del denominador, es decir, la cantidad de acciones a financiar. Cuanto mayor sea el denominador, habrá menores recursos para cada actividad, diluyéndose su capacidad y eficiencia para resolver su cometido³⁶.

36 Por ejemplo, en un ejercicio matemático simple, si tomamos como numerador los 956 millones de soles, que estima el estudio de Rogers, como el total de gasto público en CTI en el Perú para el 2018 y ponemos como denominador los 29 lineamientos de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (2016), resultaría una asignación cercana a los 30 millones para cada lineamiento; en tanto que si tomamos como numerador esa misma cantidad y

Para el caso que planteamos, priorizar o acotar el denominador implica seleccionar el tipo de proyectos sujetos a intervenciones en ciencia, tecnología e innovación de manera articulada y funcional al objetivo de lograr mayor productividad en bienes de bandera de la industria nacional. La propuesta no es novedosa, pues en términos generales ya ha sido planteada (Tello, 2016); la diferencia está en la focalización de la propuesta. En este momento que el país busca establecer las condiciones necesarias para reactivar su economía y acomodarse mejor a un mundo globalizado, la política de CTI respecto a la asignación de los recursos públicos debe abordarse en forma directa, pragmática y funcional. La producción e innovación científica (incluyendo infraestructura, equipamiento y capacitación) debe facilitar el cambio de la matriz productiva a una de mayor valor agregado.

En suma, es indispensable que la inversión pública en CTI apoye a la inversión privada, pero es fundamental que estas apuesten por la innovación, ya que solo así podrán adquirir e implementar los nuevos conocimientos y tecnologías necesarios dentro de sus procesos productivos y ser más competitivos. Asimismo, se requiere fortalecer, a través de la CTI, la cadena logística precisa para lograr un mayor acceso a los mercados internacionales. La más grande satisfacción de necesidades en la sociedad supone una producción superior, en calidad y cantidad, diversificada y con creciente grado de transformación.

Frente a la realidad presentada y a la escasez de recursos, es indispensable proponer una solución realista y pragmática

la dividimos entre los 93 lineamientos de acción del Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano 2006-2021, le correspondería 10,3 millones a cada lineamiento.

ca (utilitaria y funcional) como contribución a la mejora de la competitividad y productividad del país. En este caso, como mencionamos líneas arriba, una diversificación desbordada atentaría contra la eficiencia y eficacia de la política, lo cual implica la necesidad de invertir ingentes recursos a favor de la investigación aplicada e innovación que sean funcionales al propósito de la mejora de la competitividad y productividad. Así, la inversión debe superar las eventuales fallas del mercado, generando valor y ofreciendo soluciones adecuadas para lograr el cambio de la matriz productiva y no continuar promoviendo la asignación de estos recursos de manera redundante y poco articulada.

Se debe fortalecer también las ciencias básicas, ya que la investigación de base nos permite incrementar el desarrollo de diversas áreas del conocimiento, explorando sus aspectos elementales y, además, formar a los jóvenes para que aprendan a investigar con los fundamentos mismos de las diferentes disciplinas. A partir de estas se han realizado descubrimientos que han cambiado por completo la historia de la humanidad o la forma en que comprendemos al universo. La ciencia fundamental también descifra el mundo en sus innumerables aspectos, explicándolo de una manera clara y coherente. Las ciencias naturales, por ejemplo, nos permiten conocer la naturaleza en su intimidad. Nos enseñan la estructura de los complejos moleculares que constituyen las células, los órganos, los animales, las plantas y el ser humano; nos permiten reconocer y medir los cambios climáticos, la historia de la tierra y comprender que nuestro país es inmensamente más diverso y complejo de lo que podemos apreciar, por lo que nos queda todavía mucho por descubrir. Limitar la ciencia básica es reducir nuestro desarrollo científico, tecnológico, social e

incluso económico. Por ello, esta modalidad debe valorarse y promoverse, en especial desde los ámbitos educativos superiores, poniendo mucha rigurosidad en el uso de recursos.

La investigación multidisciplinaria, histórica, social, documental y longitudinal, por su lado, debe ser parte de este propósito. Permitirnos entender e interpretar nuestra realidad requiere de una mirada más completa, que no excluya, sino que incorpore de modo creativo a las ciencias humanas y sociales. Integrandos y reconociendo a estas disciplinas lograremos tener también mejores investigadores, personas con una sólida base ética y, por lo tanto, conscientes de las múltiples implicancias —no solo en la esfera de la ciencia— que sus hallazgos pueden provocar. Lograremos también investigadores con una visión más rica e integradora, haciéndose responsables del delicado papel que les toca cumplir en la sociedad. Una realidad imposible de soslayar es que, en el Perú, de manera histórica, el presupuesto asignado para promover nuestro recurso humano en universidades e institutos de investigación ha sido insuficiente para iniciar el gran cambio científico y desarrollar la cultura de investigación deseada.

Hace algunos años, Michael Porter, Jeffrey Sachs, Ricardo Hausmann y Máximo Vega Centeno contribuyeron a crear un marco teórico y poner en la agenda del desarrollo económico, junto con la innovación, el valor agregado, la generación de empleo de calidad, los eslabonamientos, las cadenas y los complejos productivos regionales. Habría que utilizar la matriz insumo-producto del país que describe la interdependencia estructural de los sectores productivos del sistema económico. Este análisis permitiría rastrear todos los eslabones de la cadena de demanda indirecta que conecta varias industrias que, para el caso, serían las vinculadas al comercio exterior.

Por ejemplo, Jorge Torres (2003) identificó seis complejos productivos que constituyen una altísima proporción de toda la producción de bienes en el Perú: 1) los complejos productivos agrícola-alimenticios, que incluyen parte de agroindustria; 2) los complejos agrícola-industriales, que incluyen parte de agroindustria; 3) los complejos productivos textiles, el rubro más importante y dinámico de exportación no tradicional de la economía; 4) los complejos pesqueros, importante sector generador de divisas; 5) los complejos minero-metalúrgicos, que incluyen la extracción de minerales y concentrados y su procesamiento en refinerías y la manufactura de productos metálicos, maquinaria y equipo; y 6) los complejos productivos petroquímicos y no-metálicos, que incluyen la extracción de petróleo crudo, otras materias primas y sus manufacturas.

Es sobre este tipo de complejos productivos que el sistema nacional de investigación científica debiera trabajar, para identificar procesos tecnológicos que les permita agregar valor y allanarles el camino para lograr el acceso a los mercados internacionales, en particular para los casos de los productos manufacturados (transformados o elaborados) que utilicen o no materiales no originarios, es decir, originarios de un país distinto al Perú³⁷.

Lo que se debe hacer a partir del esfuerzo de la inversión en CTI es asegurar que dicha producción exportable cumpla con los requisitos de origen y normas técnicas establecidas para permitir su acceso al mercado de destino. Para exportar, no es suficiente que se cumpla con la regla general del cambio de clasificación arancelaria, sino que se debe cumplir, por ejemplo, con lo concerniente a la participación de los materiales no

37 Como podría ser, por ejemplo, el caso de los espárragos en conserva producidos en el Perú y que estén envasados en frascos de vidrio de origen chino.

originarios en el producto final, así como los otros requisitos establecidos en el tratado de libre comercio correspondiente.

La normalización contribuye a hacer frente a los retos del comercio exterior, entre ellos, el acceso a mercados nuevos y más grandes. Las normas favorecen la exportación a otros mercados y son reconocidas como mecanismos de armonización y eliminación de barreras técnicas al comercio, lo cual el Perú ha comprendido. Con esta base, en la actualidad, el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), el organismo nacional de normalización del Perú, cuenta con un *stock* importante de normas europeas, de las cuales se puede extraer lo necesario para ver si la producción nacional cumple con ellas o qué se debe hacer para que esto suceda.

La experiencia negativa de no haber adelantado mayor acción para garantizar el cumplimiento de los requisitos sanitarios y fitosanitarios sobre el cacao, en particular en lo referido a los residuos de cadmio³⁸, debe dejarnos una lección, pues no es imposible que los exportadores peruanos vean mermada la posibilidad de exportar cacao y sus derivados al mercado europeo por no cumplir con los requisitos que ellos exigen. Distinta fue la experiencia de Chile, que sí aprendió la importancia de la CTI para este propósito; de tal forma que sin ser productores de cacao se convirtieron en exportadores de chocolate al mercado asiático al haber desarrollado la tecnología que les permitió cumplir con las normas de acceso a dichos mercados. En ese sentido, resuelto el tema de los metales pesados, el Perú debería apostar por desarrollar la capacidad exportadora del cacao fino de aroma, que es demandado sobre

38 En el 2014, Europa aprobó la Norma 488 de la Comisión Europea, que entró en vigor el 1 enero del 2019, estableciendo niveles de residuos máximos para el cadmio, con rangos de 0,1 a 0,8 ug/kg, tanto para cacao como derivados.

todo por chocolateros de Europa y Estados Unidos, que buscan cacao exclusivos (en cuanto al origen y la calidad), con historia (que hable del productor y cómo se produce) y consistencia (que garantice la calidad, sabor y volumen), a nivel de producto final.

Para el propósito que nos ocupa habría que actualizar este tipo de análisis, incorporando la visión de calidad y cuidado del ambiente ante la necesidad de cambiar la matriz productiva de forma tal de agregar valor a nuestras ventas al exterior. Esta propuesta debe ser complementada, necesariamente, con otras políticas de Estado para ayudar a promover la descentralización y diversidad de las investigaciones en ciencia, tecnología e innovación.

En este enfoque es importante también buscar el pluralismo tecnológico y vincular a la ciencia y la tecnología modernas con el conocimiento y las prácticas tradicionales. En ese sentido, es necesario identificar, registrar y estudiar estos conocimientos y prácticas de manera sistemática. También es preciso rescatar y proteger las diversas formas de conocimiento tradicional acerca del manejo del territorio y las propiedades de las plantas nativas, entre muchos otros aspectos, técnicas que aún no han logrado ser reemplazadas con igual éxito y armonía con el ambiente y que todavía subsisten en muchas culturas y regiones del país. El conocimiento tradicional y nuestra valiosa biodiversidad unidos a conceptos de agricultura moderna nos permitirían dotar al país de posibilidades únicas para nuestra agroindustria.

Por ejemplo, hoy es posible conseguir más cosechas con menos recursos a partir de nuevos productos naturales que permiten desarrollar un mejor sistema radicular y, por lo tanto, una absorción de nutrientes más eficiente. También se puede

mejorar las propiedades del suelo y aumentar la tolerancia de las plantas a la sequía, la salinidad o situaciones de estrés. La investigación y el desarrollo tecnológico permite hoy realizar una fertilización cada vez más técnica y programada en base a las necesidades del cultivo en cada momento. Así, se limita el impacto del excesivo uso de nitrógeno, a través de una innovadora bacteria que crece en las hojas de la planta y que toma el nitrógeno del aire para dárselo al cultivo o que disminuye la huella sobre el medioambiente, ya sea por la emisión de gases de efecto invernadero o por los lixiviados que contaminan los acuíferos. Debemos estar preparados para la revolución de la forma en la que se hace agricultura en el mundo. Cada día se descubren microorganismos que van a cambiarlo todo. En el Perú, oportunidades importantes se pueden dar en sectores tan tradicionales como el cultivo del arroz, la papa o el maíz. Los productores están habituados a aplicar agua, fertilizantes y fitosanitarios químicos, sin pensar en otras alternativas innovadoras que hoy existen gracias a la biotecnología, la que está revolucionando también, de manera natural y sostenible, el mundo de las semillas y el manejo de plagas, enfermedades y malas hierbas.

Asimismo, para incrementar las actuales exportaciones agrícolas, debemos seguir buscando mejoras que mantengan los productos en un mercado de gran dinamismo. En los últimos años, la agroindustria de exportación se ha visto inmersa en importantes cambios, generados en la mayor información que maneja la demanda, lo que se refleja en una mayor exigencia de los mercados y de los consumidores que hoy valoran, por ejemplo, su procedencia de producción, considerando si se ha utilizado: 1) tecnología orgánica; 2) tecnología de riego (eficiencia hídrica, riego por goteo u otras formas); 3) agricul-

tura de precisión (uso de la tecnología de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos); 4) calidad homogénea y constante a largo plazo; 5) certificaciones fitosanitarias de los países de destino; 6) normas de tolerancias de plaguicidas, herbicidas y fungicidas; 7) cadena de frío; 8) modalidades de empaque y presentación (normas sobre tamaño, frescura y madurez con que la fruta llega al consumidor final); y 9) técnicas de trazabilidad (internet de las cosas, automatización).

Con esta base, ahora es factible encontrar nichos de mercado que buscan, en específico, productos que se basen en el uso de tecnología orgánica, de comercio justo, no modificados genéticamente (no transgénicos), estacionalidades, con baja huella hídrica, con baja huella de carbono y uso de energías limpias; constituyéndose cada uno de ellos en un nicho de mercado bien definido y dispuesto a pagar un diferencial de precio por conseguir su tipo de productos. A modo de ejemplo, en Estados Unidos, un mercado importante para la exportación de fruta peruana, más del 20% de los consumidores se declara consumidor de productos elaborados con tecnología orgánica, en concordancia con su estilo de vida saludable y sustentable. En el mismo ejemplo, el desarrollo de distintas variedades y de técnicas productivas ha generado que exista una amplia gama de precios para una misma fruta y, como mencionamos en el párrafo anterior, de condiciones distintas de acceso a ciertos mercados, en consideración a su origen, su calibre o tamaño y manejo (si es producción orgánica o no).

Un caso específico que grafica esta situación es el caso de las exportaciones de uva chilena a Estados Unidos, a la que se le exige que sean fumigadas previamente a su ingreso a este mercado, requisito que no se pide a las uvas de origen peruano. Otros temas vinculados a la tecnología e innovación en

productos agrícolas a tener en cuenta se refieren a la posibilidad de comercialización de este tipo de productos en estado deshidratado, lo cual facilita su comercialización, al cambiarse las condiciones para su manipulación (tamaño y empaque, cadena de frío y madurez, etc.).

De igual manera, se deberá fortalecer el SENASA, destinando recursos, ciencia y tecnología para mejorar el equipamiento y la capacitación de su personal, con el fin de que realicen los exámenes de laboratorio con calidad y reconocimiento internacional para asegurar certificación con acceso automático en los mercados del exterior, y que los productos que se importen ingresen sin contratiempos al mercado nacional con la certeza de su inocuidad. También será necesario mejorar la capacidad de conocer las características bajo las cuales se realizará la aceptación del producto en el mercado de destino (requisitos de origen y normas técnicas fito y zoonosanitarias), de forma tal que el SENASA pueda contar con las capacidades en materia de equipo, certificación y calificación de su personal para comprobarlas y validarlas desde su origen, además de conocer los protocolos de ensayo de eficacia de plaguicidas de uso agrícola y otras exigencias de los mercados internacionales.

La transformación del proceso productivo hacia uno basado en generación del conocimiento necesario para mejorar la productividad constituye un desafío mayor, que también requerirá de planificación a largo plazo, políticas públicas y una generosa inyección de recursos tanto públicos como privados. Será de vital importancia que los sucesivos gobiernos tengan un compromiso real para sostener el proyecto por al menos veinte años.

La implementación de una propuesta como la planteada requerirá de decisión política traducida en inversión, consoli-

dar la institucionalidad para empoderarla y dotarla de entes implementadores encargados de promover áreas definidas y de instituciones ejecutoras con mayores capacidades que las actuales. En específico, se requieren los siguientes aspectos: 1) mayor promoción de la investigación científica y un desarrollo tecnológico orientado o focalizado a las potencialidades productivas del país, 2) promoción de la innovación empresarial (mejora de la competitividad y calidad), 3) personal altamente capacitado, 4) infraestructura física e institucional y 5) transferencia tecnológica e internacionalización.

En los diez años pasados se han generado algunas capacidades, además que se han detectado y corregido algunas brechas de conocimiento, estableciéndose una base mínima para el desarrollo de la investigación en el país. La focalización es imprescindible, pues hay que ser muy rigurosos para no dispersar el esfuerzo y los recursos, como ya ha sucedido antes, en el que dejamos pasar la oportunidad de lograr una mejor y mayor internacionalización de la innovación peruana. Fortalecer las actividades vinculadas con la producción relacionada con la demanda nacional e internacional impacta de manera positiva en el crecimiento económico. Estimaciones de la Asociación de Exportadores señalan que por cada millón de dólares de productos que el Perú envía al exterior, el PBI crece alrededor de 1,4 millones de dólares debido a su efecto multiplicador. La innovación es el motor de la transformación productiva, lo cual se explica porque al salir al mercado externo las empresas se ven obligadas a optimizar sus productos para poder competir de mejor forma. Otro argumento para aplicar recursos de CTI en la búsqueda de modificar la matriz productiva del país es su alta integración al mundo, pues, como mencionamos, el Perú tiene cerca de 20 acuerdos de libre comercio

con 53 países que facilitan el ingreso a más de 4000 millones de habitantes en el mundo y a economías que representan el 70% del PBI global.

Por su parte, en el sector productivo será importante priorizar el uso de la tecnología industrial que busque, por ejemplo, el aumento de la productividad de las manufacturas y de la competitividad en la aplicación de nuevas técnicas de manufacturas y de procesos en la investigación de materiales, la mejora de los procesos básicos y la extracción de minerales no energéticos y sus derivados (prospecciones mineras, petrolíferas y de gas natural y exploraciones marinas). Asimismo, se requiere la producción de la industria química, petroquímica y carboquímica; la fabricación tanto de ciertos productos farmacéuticos como de materiales de transporte (de uso en el transporte de bienes) y de la industria naval; la informática (*hardware, software*) y ofimática; la producción de otras industrias metalúrgicas e instrumentos de precisión; la fabricación de máquinas (de uso en la minería y la industria alimenticia); la instrumentación médica (ortopédica); la industria de alimentación y estimulantes; y la industria textil.

Queremos también del desarrollo de indicadores y bases de datos en CTI que sean comparables a nivel internacional, a fin de fortalecer la rendición de cuentas y generar políticas basadas en la evidencia.

Otro de los sectores importantes que debemos fortalecer en innovación es el sector salud. Para este caso particular se requieren las siguientes acciones: 1) incrementar la inversión en infraestructura para la investigación en ciencias de la salud y de la vida, 2) simplificar la burocracia para la importación de equipos e insumos biológicos, 3) incrementar la disponibilidad de laboratorios con nivel III de bioseguridad, 4) optimizar el

funcionamiento de los comités de ética y 5) mejorar los mecanismos de aprobación de fármacos y dispositivos médicos.

Respecto al ámbito de los medicamentos e insumos químicos controlados, los recursos para la CTI deberían orientarse a fortalecer la Dirección General de Medicamentos, Insumos y Drogas (DIGEMID) como responsable de garantizar la eficacia, seguridad y calidad de los productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios importados o de producción nacional, contribuyendo con su acceso al mercado en beneficio de la salud de la población. Se debe fortalecer la capacidad de la DIGEMID, a fin de realizar las labores necesarias para mantener el registro sanitario de productos farmacéuticos, la fiscalización de drogas, el control de calidad de los productos farmacéuticos y la vigilancia sanitaria, pero avanzando hacia la simplificación de normas y procesos administrativos que obstaculizan el desarrollo científico y tecnológico.

Todo lo planteado implica también la necesidad de fortalecer los laboratorios de la Dirección de Metrología del INACAL, como ya ha sido mencionado, para una mejor administración y gestión de la normalización, la metrología y la acreditación en el país, teniendo en cuenta la indispensable coordinación de las necesidades relacionadas a la calidad con los diferentes actores públicos, privados, académicos y de la sociedad civil. Al respecto, Kuramoto (2012) señala que el desarrollo de complejos (*clusters*) y cadenas productivas deben tener en cuenta la necesidad de trabajar sobre las normas y estándares técnicos. No existe cadena productiva que haya logrado entrar a mercados internacionales en la que sus productores no hayan tenido que adoptar prácticas productivas acordes a diferentes certificaciones internacionales.

Además, los recursos para la ciencia, la tecnología y la innovación deberían también fortalecer el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), a fin de desarrollar oportunidades para un manejo distinto y sostenible de bosques, sobre todo los maderables, praderas, lagunas, suelos y fauna para mejorar de manera sustancial sus prácticas y técnicas productivas. Otro destino de los recursos de CTI corresponde dirigirlo al Instituto del Mar del Perú (IMARPE), considerando el potencial de la acuicultura en el Perú, aun reconociendo que hoy su desarrollo es de carácter incipiente y está orientada, en lo fundamental, a la producción de langostinos (*Litopenaeus spp*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), trucha (*Oncorhynchus spp*), tilapia (*Oreochromis spp*) y algunos peces amazónicos (paiche, paco y gamitana). En específico, se podría orientar a fortalecer la Dirección General de Investigaciones en Acuicultura, encargada de realizar investigaciones para el desarrollo del cultivo de especies hidrobiológicas marinas y dulce acuícolas de importancia para la seguridad alimentaria y la sanidad acuícola. Garantizar la continuidad del PNIPA permitiría construir sobre lo avanzado. En el ámbito de las manufacturas diversas se debe continuar desarrollando programas como Innóvate Perú y StartUp Perú, como fondos de capital semilla y escalamiento para emprendimientos innovadores, dinámicos y de alto impacto.

Con el propósito planteado será importante mantener un contacto permanente con las entidades que desarrollan la información de inteligencia comercial en el exterior, las oficinas comerciales del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, PROMPERÚ y la Dirección General de Promoción Económica del Ministerio de Relaciones Exteriores cumplirán un papel

fundamental en la entrega de los perfiles de identificación de oportunidades comerciales, en diversos mercados, de los productos de exportación que requieren un incentivo para mejorar su posición. En una época marcada por la globalización y el acceso casi ilimitado a la información, el problema de generar novedades técnicas ya no es necesariamente un desafío aislado, sino una ocasión abierta a todas las sociedades que, habiendo acumulado experiencias y conocimientos, pueden tener acceso real y posibilidades de dominio y uso de esas novedades (Olmos, 2019).

Hernández (2018) menciona que los mecanismos públicos para incentivar la actividad en ciencia, tecnología e innovación pueden ser muy diversos, como los mapeados por Ernst y Young en el 2014 o los más empleados en varios países del mundo y que deben ser fuente de inspiración para el Perú. En resumen, los incentivos para la CTI revisados se refieren a las subvenciones en efectivo; a mejorar los procesos de aprobación del Gobierno; al apoyo financiero; a los incentivos de retención de impuestos sobre la renta, la infraestructura, los créditos internacionales, los incentivos relacionados con patentes, la tasa de impuestos reducida, la deducción fiscal, la desgravación fiscal, los créditos fiscales, las excepciones de impuestos, las vacaciones impositivas y el reembolso del impuesto al consumo. En el caso de Perú, de estos instrumentos solo se hace uso de subvenciones en efectivo e incentivos tributarios, por los cuales las empresas cuyos ingresos no superen las 2300 unidades impositivas tributarias (UIT)³⁹ pueden deducir de su impuesto a la renta el 215% (100 + 115% de deducción adicional) de su inversión. Por último, es importante señalar que en lo que concierne al financiamiento y la

39 En la actualidad, una UIT equivale a 4400 soles.

regulación el Estado ya no es el único agente que interviene, sino que también se cuenta con los denominados inversionistas ángeles, los inversionistas de riesgo y las plataformas de *crowdfunding*.

8

Ciencia, tecnología e innovación y su relación con la salud

8.1. Fortalezas y debilidades en la lucha contra la pandemia de la COVID-19

Una pandemia mundial de la magnitud de la COVID-19 era inevitable. En los últimos años, cientos de expertos en salud ya lo venían advirtiendo. Nos enfrentamos a esta pandemia ya casi dos años, con el saldo de millones de vidas perdidas y economías en crisis⁴⁰, pero también con algunas lecciones que todos debemos aprender. Ninguna otra enfermedad ha sido explorada con gran intensidad y en tan poco tiempo; el mundo entero ha colaborado en la búsqueda de respuestas y soluciones, pues esta crisis llega en un momento en que el desarrollo científico es mucho más sofisticado y rápido que en el pasado. Ahora contamos con la Internet, la ciencia abierta, la convergencia de las tecnologías digitales, la bioinformática, la genómica, la biología sintética y la biotecnología, entre otras, que han transformado el panorama de la lucha científica contra un brote epidemiológico o una pandemia.

⁴⁰ Ha sido por demás evidente su efecto en materia de salud ocupacional dificultando, cuando no imposibilitando, el desarrollo normal del trabajo lo que incidió negativamente en el sector productivo nacional.

Enfrentar una crisis sanitaria de la dimensión de la pandemia de COVID-19 requiere disponer de sistemas de CTI capaces de desarrollar pruebas de detección rápidas y efectivas, buscar terapias eficaces, desarrollar vacunas, crear plataformas digitales de reporte de casos y perfeccionar algoritmos predictivos de la evolución de la pandemia a partir del diagnóstico y de la vigilancia genómica. Esto no es posible sin el conocimiento de los mecanismos moleculares de virus similares, lo cual requiere experiencia en investigación básica y, además, contar con las condiciones adecuadas para hacer proyectos de investigación, como acceso a reactivos, equipamiento y personal especializado, laboratorios con niveles de bioseguridad adecuados y grandes bases de datos sobre patrones de movilidad y características de la población (Díaz-Cassou, Deza y Moreno, 2020).

Las nuevas pruebas de diagnóstico pueden detectar el virus en minutos. Los enormes conjuntos de datos abiertos de genomas virales y casos de COVID-19 han producido la imagen más detallada hasta ahora de la evolución de una nueva enfermedad. Las vacunas se han desarrollado a una velocidad récord. El SARS-CoV-2, nombre del virus que causa la enfermedad, será uno de los patógenos mejor caracterizados y sus secretos revelados profundizarán nuestra comprensión de otros virus, dejando al mundo mejor preparado para enfrentar la próxima pandemia. Además, los científicos ahora pueden publicar versiones preliminares de sus artículos, o *preprints*, en sitios web de libre acceso, lo que permite a otros analizar y desarrollar de inmediato sus resultados. Esta práctica ha sido vital para compartir información sobre la COVID-19, que probablemente se convertirá en un pilar de la investigación biomédica y biotecnológica moderna. La próxima vez que surja un virus respiratorio (u otro), los científicos sabrán que su material genético se encuentra en

plataformas de información construidas con rapidez, y generarán y probarán nuevas vacunas a través de tecnologías más expeditas y eficientes que se desarrollaron con éxito durante esta pandemia, tal como la del ARN mensajero.

A través de la bioinformática, fruto de la convergencia entre la biología y la informática, se generan nuevos modelos computacionales y se reducen a días los tiempos para alinear la infraestructura necesaria para investigar un virus emergente. Esta pandemia ha llamado la atención sobre la necesidad de formar equipos multidisciplinarios, donde se encuentren investigadores de distintas disciplinas como biología, informática, matemáticas, física, estadística, genómica, virología, epidemiología, bioquímica, entre otras. Estos avances de la ciencia han hecho posible una respuesta científica a la pandemia sin precedentes.

Los científicos peruanos también han aportado en el desarrollo de pruebas de detección rápidas y accesorios sanitarios, desarrollar vacunas, crear plataformas digitales de reporte de casos y realizar vigilancia genómica, aun cuando los aspectos regulatorios y financieros no logran acompañarlos del todo y muchas veces se han convertido en un freno a sus capacidades intelectuales. La rigidez y, a su vez, la fragilidad del sistema de CTI no permite que la ciencia peruana obtenga los resultados esperados ni acompañe a los investigadores. En el Perú estamos plagados de procesos burocráticos complejos y lentos para procesar autorizaciones, adquirir equipos de laboratorio e importar sus insumos.

A pesar de las fortalezas señaladas en la CTI peruana, en el ámbito de la salud existen todavía más brechas que soluciones, pues para poder implementar los protocolos ante una pandemia se tiene que manejar con eficacia una serie de datos que permitan monitorear, entre otros, a la población contagiada. Esto implica contar con capacidades para administrar pruebas diagnósticas y

vacunas a gran escala y gestionar los datos sobre esas pruebas y vacunas, de forma que los riesgos disminuyan. Algunos países de la región ya están en condiciones de promover la utilización de inteligencia artificial para desarrollar modelos de predicción y/o uso de datos de geolocalización de personas, como se ha hecho con éxito en Corea y China (Anta, Crespi, Navarro y Vargas, 2020).

Los países asiáticos aprendieron la importancia de estar preparados ante la llegada de una epidemia tras su experiencia con otros brotes infecciosos. Esa experiencia demostró que las medidas de prevención, la detección del virus, reporte de casos, búsqueda de tratamientos y vacunas son esenciales para controlar una enfermedad infecciosa emergente. Todas las instituciones peruanas responsables de estas actividades se deben reunir para identificar las necesidades en este tipo de emergencias. Los laboratorios con capacidad y certificación deben activar y desarrollar las pruebas diagnósticas y cooperar con fabricantes para producir kits de diagnóstico comerciales. Las instituciones responsables de la CTI en temas de salud deberían generar con prontitud un Programa Nacional de Investigación para una Emergencia Sanitaria que brinde apoyo a proyectos de investigación y desarrollo de productos, plataformas digitales, accesorios sanitarios e impulso a la investigación en tratamientos y vacunas con el fin de responder a una pandemia (Díaz-Cassou, Deza y Moreno, 2020).

El crecimiento de la investigación en ciencias de la salud y de la vida en el Perú, en las dos décadas pasadas, ha mostrado un incremento de nueve veces en el número de publicaciones en medicina y biología humana (Belter, García, Livinski, León-Velarde, Weymouth y Glass, 2019). Los investigadores en ciencias de la salud y de la vida se han ocupado de estudiar enfermedades desatendidas y prioritarias para el Perú. Se han construido lazos de

colaboración internacional y se ha conseguido atraer importante financiamiento, logrando incrementar nuestro conocimiento en el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades que son endémicas en el Perú, pero no prevalentes en otros lugares del mundo. Desde enfermedades tropicales, parasitarias y virales en la Amazonía hasta estudios de las consecuencias en la salud de las poblaciones andinas de vivir en la altura.

Lamentablemente, hemos sido testigos de una reacción más rápida de la ciencia que de la gobernanza científica en su conjunto. El sector salud tiene, en general, dificultades para probar y adoptar innovaciones; entre ellas están la carencia de recursos para realizar investigación aplicada, así como para cumplir con las exigencias que este tipo de proyectos requiere, además de la falta de un financiamiento importante, acompañamiento y monitoreo para su escalamiento y posterior aplicación y producción de los prototipos o paquetes tecnológicos generados (León-Velarde, 2021).

Ojalá desatemos este nudo y nos pongamos al día en estos campos del conocimiento biotecnológico y digital que se mueven a velocidades antes inimaginables. Esto no es una utopía, pues hemos visto la experiencia y compromiso de las y los científicos peruanos en ciencias de la salud y de la vida, así como un ecosistema digital y emprendedor que ha comenzado a florecer en el Perú; pero solo lo lograremos si existen los recursos y la voluntad política para no dejar pasar otra vez esta oportunidad de comprometer al sector empresarial con la investigación, además de aportar a la diversificación productiva y la mejora de la productividad y competitividad del sector sanitario. Se trata de propender a nuestra independencia tecnológica frente a una pandemia o brote epidémico.

Esta pandemia nos encontró no solo en una situación delicada en cuanto a número de médicos, centros hospitalarios, equipos y camas especializadas, sino también sin capacidad de producción industrial sanitaria, pues esta hizo muy evidente la situación de desabastecimiento provocada por un incremento súbito de la demanda, para la que los proveedores no estaban preparados, así como por la inexistencia de producción nacional. Esto se debe a la falta, desde hace muchos años, de políticas de fomento a la CTI de manera integral, lo cual afectó la capacidad de generar industria manufacturera en el país, entre ellas, las vinculadas al sector de la salud (León-Velarde, 2021).

Para el caso particular de fortalecer nuestro sistema de CTI en salud se requiere, por lo menos: 1) incrementar la inversión en investigación en ciencias de la salud y de la vida, incluyendo la mejora de la infraestructura; 2) incrementar la disponibilidad de laboratorios con nivel III de bioseguridad; 3) simplificar los trámites para la importación de equipos e insumos biológicos y mejorar los mecanismos de aprobación de fármacos y dispositivos médicos; y 4) optimizar el funcionamiento de los comités de ética.

Necesitamos sistemas e instituciones que utilicen con amplitud la tecnología y que cuenten con los recursos humanos adecuados. Sin instituciones, como universidades de excelencia y profesionales altamente capacitados, la tecnología solo produce resultados mediocres. La pandemia ha mostrado, a nivel global, que la ciencia biomédica ya tiene un buen nivel de conocimiento, las herramientas indispensables y el ímpetu para lograr un mundo mejor y más saludable. La capacidad de reacción de los países contra la pandemia ha estado en directa relación no solo con su capacidad científica, sino también con la fortaleza de sus instituciones rectoras en el ámbito científico-tecnológico. El Perú debería transitar, más temprano que tarde, por esta misma senda.



Reflexiones finales

La sociedad peruana comienza a incorporar a las ciencias y las tecnologías como un componente importante del progreso del país cuando el laicismo empieza a impregnarse en ella; esto ocurre recién en el siglo XVIII, como parte del movimiento intelectual de la Ilustración. Se consolida, no sin resistencia, una importante secularización de la cultura, el derecho, la política, la ética, la filosofía, el arte y las ciencias. Así, estas quedan libres para desarrollarse, saliendo de la tutela de las creencias religiosas, las costumbres populares o la mera especulación escolástica. Sin embargo, las guerras internas y la agitada constitución de nuestro Estado no permitieron la consolidación de una racionalidad moderna en nuestros sistemas sociales y en nuestra vida cotidiana durante varias décadas.

Como nos instruyen los trabajos de Cueto y López Soria, en la primera mitad del siglo XIX ya son notorios los esfuerzos por emplear criterios más racionales en el mundo de la ética, el derecho y la política, así como por introducir el conocimiento científico y sus aplicaciones tecnológicas. Aunque esto no fue nada fácil, pues a la herencia colonial se agregaba una sociedad con bajos niveles en educación y escaso desarrollo de instituciones educativas científicas, además de una economía que se basaba en los grandes ciclos extractivos (guano, salitre, caucho)

y que no buscaba desarrollar valor agregado. No obstante, se comienzan a advertir ciertos afanes por incorporar a la ciencia y la tecnología en algunos sectores, como en la minería, la navegación, las mediciones climáticas y las construcciones. Lamentablemente, la experiencia acumulada no fue suficiente para desarrollar la producción de bienes, la modernización de servicios o el desarrollo del mercado. Nos encontrábamos, entonces, muy poco preparados para las nuevas propuestas que surgían.

No obstante, a mediados del siglo XIX, las cosas comienzan a cambiar en el Perú como consecuencia, sobre todo, de la apropiación del guano y de un cierto orden institucional. Por lo tanto, se hizo necesario recurrir a los conocimientos científicos e introducir sus aplicaciones técnicas en la minería, la agricultura, las construcciones y, en general, el espacio urbano. Era preciso conectar las zonas productivas con los centros poblados y los puertos, uniformizar los sistemas de medición, conocer mejor nuestra geografía y las variaciones climáticas, explorar nuestras fuentes de energía, fortalecer la capacidad de defensa y, en general, sentar las bases del desarrollo industrial. Por ello, apremiaba formar en el Perú a los científicos, ingenieros y técnicos que el país necesitaba. Así, a medida que se fue construyendo el cuerpo científico y técnico capaz de diseñar, acompañar y conducir nuestro proceso de desarrollo se fueron creando instituciones que agrupaban a estos profesionales.

Los esfuerzos realizados durante la primera mitad del siglo XX llevaron al establecimiento de una serie de instituciones públicas de investigación, las cuales promovieron proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. De este modo, ya para la década del setenta, los recursos asignados a ciencia y tecnología habían aumentado cuatro veces. Los proyectos de investigación financiados eran ejecutados por universidades, institutos

tecnológicos públicos y empresas privadas, viéndose un naciente interés por fomentar la investigación científica y tecnológica. Sin embargo, durante la década del ochenta, el Perú experimentó varias crisis económicas, naturales, políticas y sociales que afectaron de forma significativa a las actividades científicas y tecnológicas y redujeron el gasto en ciencia y tecnología al nivel que tenían veinte años atrás. Esto tuvo un impacto funesto sobre las instituciones científicas y tecnológicas, ya que a la disminución de recursos se unió la emigración masiva de profesionales altamente calificados. Esta situación continuó, y en algunos casos empeoró, durante la década del noventa (Sagasti, 1989).

Como bien han señalado Sagasti y otros autores, la apertura comercial indiscriminada llevó a la desaparición de muchas empresas industriales que habían acumulado algunas capacidades tecnológicas. La falta de apoyo casi total a los sectores productivos nacionales condujo a una progresiva pérdida de competitividad, lo que colocó a muchos sectores en desventaja frente a las empresas de países con los cuales se firmaron convenios de apertura comercial. Felizmente hubo excepciones, con el concurso de capitales extranjeros, en el sector minero, energético y de las telecomunicaciones. Las actividades en la agroindustria, metalmecánica y manufactura de las empresas peruanas también se reemplazaron con importaciones; muchas empresas nacionales (entre medianas y pequeñas) mostraron gran dinamismo, pero su informalidad no ayudó a su crecimiento, salvo algunas excepciones. Si bien es cierto hubo algunos intentos del Gobierno de apoyar a algunas empresas, la década del noventa se caracterizó por el estancamiento y, en muchos casos, la pérdida de capacidades científicas y tecnológicas nacionales.

Con respecto al sistema universitario público, este no recibió el apoyo y estímulo debido, lo que mermó su nivel aca-

démico; en tanto que se incentivó una expansión masiva de las universidades privadas, pero la calidad no acompañó a este crecimiento, con honrosas excepciones. Por otro lado, en el 2005, el CONCYTEC pasó a depender del Ministerio de Educación, lo que redujo su accionar intersectorial. Queda claro, entonces, cómo el desdén mostrado por el desarrollo del conocimiento al servicio de nuestro progreso social y productivo, durante las décadas señaladas, así como el escaso interés por parte del sector privado y los escasos recursos humanos altamente calificados se constituyeron en un pesado legado que nos acompaña hasta ahora.

Un sistema de ciencia, tecnología e innovación requiere de una serie de instituciones públicas y privadas que se involucren en la generación y el uso del conocimiento. El sistema requiere de instituciones y agencias públicas que establezcan políticas en ciencia y tecnología, un marco de regulación adecuado y que gestionen la información, la transferencia tecnológica y del conocimiento, así como los conocimientos internacionales, esto es, de vigilancia tecnológica. También requiere promover y difundir la ciencia, para que esta sea apropiada por la sociedad. Necesita de universidades, institutos y centros de investigación e instituciones de capacitación; de empresas productivas y de servicios que realicen innovaciones incorporando tecnología y conocimiento en sus actividades; de organizaciones y entidades públicas o privadas que presten servicios de información, asistencia técnica, gestión tecnológica, normas, asesoría financiera, etc. La infraestructura física, como buenas redes de telecomunicaciones, tecnología digital y energía, constituye el soporte material indispensable para su desarrollo. Estos sistemas deben darse, tanto en el ámbito nacional como sectorial, para cumplir

con el futuro deseado de que la CTI se convierta en el motor de nuestro desarrollo sostenible (Sagasti, 2003).

La creación y consolidación de un sistema de ciencia, tecnología e innovación es un proceso largo y complejo que toma, por lo menos, dos o tres décadas de esfuerzos continuos; por ello, se requiere de decisiones acerca de las prioridades y de atención sobre nuestras necesidades. En consecuencia, como ha sido sustentado, necesitamos consolidar el nuevo modelo de gobierno de la CTI que optimice el uso de recursos y articule las políticas de cada sector. El nuevo modelo de gobernanza para la ciencia, la tecnología y la innovación requiere, como se ha mostrado, un alineamiento multisectorial de los intereses del sistema. Nuestro sistema de gobernanza debe ser el gran promotor que permita facilitar la acción estatal para acelerar el crecimiento de la productividad y así lograr, más temprano que tarde, el desarrollo sostenible.

Nuestra política en ciencia, tecnología e innovación debe consolidar su orientación a enfrentar desafíos urgentes e ineludibles, como la transformación tecnológica en salud, saneamiento, educación y energía, en proveer de valor agregado a nuestra biodiversidad y en mitigar los efectos del cambio climático, entre otros, a través de iniciativas que contribuyan al desarrollo integral y sostenible del país. Es indispensable priorizar y consolidar los programas nacionales para la atracción de talentos, y así reforzar nuestros centros de investigación especializados en sectores estratégicos, como agroindustria, minería, pesca y acuicultura, biotecnología y tecnologías digitales. Asimismo, resulta apremiante que las instituciones del sistema nacional de investigación puedan consolidarse e instituir los procesos de vigilancia que contribuyan al desarrollo tecnológico de empresas e instituciones académicas.

Asimismo, dada la rapidez y complejidad creciente de las dinámicas sociales, económicas, ambientales y científico-tecnológicas, debemos mejorar nuestras competencias de diagnóstico y formulación de políticas públicas en contextos de incertidumbre. La capacidad de anticipación es una aptitud cada vez más apreciada, pues permite generar soluciones más firmes y adaptables a los distintos contextos y circunstancias que el futuro pueda presentar. Para ello, la prospectiva ha consolidado un conjunto de herramientas y métodos utilizados para identificar, desde un enfoque sistémico, los diferentes futuros posibles que rodean una eventual intervención de un problema público. Se espera de nuestro CEPLAN métodos de anticipación que tengan en cuenta las nuevas tecnologías con relevancia al momento de enfrentar y gestionar, en el largo plazo, los grandes desafíos. Debemos caminar en conjunto más orientados a crear valor sostenible, mediante investigación, transferencia y producción industrial que incluya los avances científicos y tecnológicos.

Un aspecto por resaltar es la necesidad de no dejar de lado una formación más integral, a través de la enseñanza de las humanidades y las ciencias sociales en las universidades, porque estas áreas del conocimiento ponen en contacto al estudiante con la cultura humanista. El humanismo no solo es sinónimo de erudición, es el ingrediente irremplazable para lograr una comprensión más inteligente de nosotros mismos. Más aún, el humanismo ofrece una dimensión ética que nos permite entender que los valores deben presidir a los hechos, asunto fundamental, ya que sin ese respaldo moral la ciencia corre el peligro de alejarse de sus auténticos fines o, peor aún, de someterse a intereses que la obstruyen o la enajenan. No se puede soslayar que la humanidad, sin los criterios de valor que deben guiarla,

corre el peligro hasta de autodestruirse. Pues no nos es ajeno el desarrollo de eficaces tecnologías al servicio de la destrucción, como las armas nucleares o biológicas, los desastres resultantes de la progresiva degradación de nuestro medioambiente, por citar solo algunos ejemplos. Es muy sensato reclamar que todo proceso de fortalecimiento de nuestra política de ciencia y tecnología vaya de la mano con una reflexión humanística y, por tanto, el desarrollo también de una política que impulse esas áreas del saber, en las que importa la discusión sobre los fines y valores que deben guiar nuestras acciones.

Los autores confiamos en que los aprendizajes acumulados, provenientes de nuestros éxitos y fracasos, nos seguirán ayudando a dilucidar, con mayor precisión, las estrategias más eficaces para desarrollar de manera sostenida el ecosistema de innovación. Sin embargo, en un mundo cada vez más globalizado, resulta improbable no advertir que, entre los factores críticos de éxito que tienen mayor protagonismo en los ecosistemas más prósperos, la capacidad de articular y cooperar ha demostrado ser, a través de la historia, la herramienta infalible para incrementar la eficacia de los esfuerzos diversos y mejorar la gestión de los recursos escasos. Esto no resulta difícil de comprender si recordamos que las unidades mínimas del ecosistema somos nosotros, las personas; y los seres humanos tenemos la capacidad única de organizarnos y trabajar en grandes redes de personas buscando un objetivo común. Como nos dice Harari (2014), órdenes imaginados y escrituras son los dos inventos que permiten organizarnos en grandes redes. El objetivo común y la comunicación son los pilares de la funcionalidad organizada de nuestra sociedad. Dicho lo cual, las diversas instituciones públicas y privadas, así como los países cercanos tenemos la responsabilidad de generar espacios donde los di-

versos actores de la ciencia y la tecnología se sientan seguros para colaborar entre sí y, poco a poco, dejar de ser un grupo de actores sometidos a un sistema para, en su lugar, forjar un ecosistema sostenido por la colaboración de sus actores.

Como reflexión final cabe mencionar que cuando un país busca mejorar su posición en el mundo globalizado de hoy, apostando por un desarrollo inclusivo y sostenible, debe focalizar sus esfuerzos en ser el mejor en las áreas en las cuales tiene ventajas comparativas. Como hemos señalado en este libro, en el caso del Perú, estas ventajas comparativas están en su maravillosa biodiversidad y sus recursos naturales en general. Debemos seguir trabajando con ahínco para reducir las brechas identificadas y necesitamos más investigadores, a quienes tenemos que ofrecer condiciones adecuadas para su trabajo. La biodiversidad está en todo el Perú, por lo que también debemos integrar a ese Perú y su riqueza pluricultural en este esfuerzo para fortalecer las relaciones recíprocas entre universidad, empresa y Gobierno, abarcando la totalidad de sectores productivos y sociales.

Tenemos que aprovechar, de manera sustentable, el excepcionalmente rico patrimonio que la naturaleza nos ha legado, así como las oportunidades que nos ofrece la sociedad del conocimiento y las nuevas tecnologías (industria 4.0), que ya son parte de nuestro presente. Los beneficios que se obtengan de aprovechar nuestro capital natural y de hacer uso del acervo mundial de conocimientos deben emplearse en la transformación de nuestra estructura productiva para hacerla más eficiente y competitiva, con el fin de que redunde en una mayor integración, equidad y justicia social. El uso sustentable de los recursos naturales, la puesta en valor de la biodiversidad, la reducción de la contaminación ambiental y la mitigación del cambio climático exigen

una transición hacia un enfoque de administración de recursos, de diversificación productiva y de desarrollo sostenible que debe ser acompañado de políticas ambientales explícitas.

Por último, los desafíos que nos imponen los grandes avances tecnológicos deben convocarnos y obligarnos a hacer un esfuerzo considerable para desarrollar nuestra capacidad científica y tecnológica. Es necesario que tengamos un sentido de urgencia para que la ciencia y la tecnología permitan revertir las tendencias negativas que el Perú ha mostrado en todos los indicadores que miden nuestra capacidad de innovación; es indispensable que mejoremos de forma manifiesta nuestra capacidad de generar y utilizar conocimientos científicos y tecnológicos para lograr el desarrollo sostenible del país. Esto es lo que debemos ofrecerles a las nuevas generaciones como legado del bicentenario.



Bibliografía

- ANTA, Rafael; Gustavo CRESPI; Juan Carlos NAVARRO; y Fernando VARGAS (2020). «Ciencia y tecnología. Suena la hora de la ciencia: ¿se escuchará en América Latina?». En Gonzalo Rivas y Claudia Suaznábar (eds.), *Respuestas al COVID-19 desde la ciencia, la innovación y el desarrollo productivo* (pp. 36-53). Banco Interamericano de Desarrollo. [Internet]. Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Respuestas-al-COVID-19-desde-la-ciencia-la-innovacion-y-el-desarrollo-productivo.pdf>.
- BASADRE, Jorge (1968). *Historia de la República del Perú, 1822-1933* (tomo XVI). (Sexta edición). Lima: Editorial Universitaria.
- BELTER, Christopher; Patricia GARCÍA; Alicia LIVINSKI; Fabiola LEÓN-VELARDE; Kristen WEYMOUTH y Roger GLASS (2019). «The Catalytic Role of a Research University and International Partnerships in Building Research Capacity in Peru: A Bibliometric Analysis». *Plos Neglected Tropical Diseases*, 13(7). Recuperado de <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0007483>.
- BONIFAZ, Mónica y Alberto GAGO (2021). «¿Universidades de investigación para el Perú? En deuda con la generación de conocimiento de frontera». En César Guadalupe (ed.), *La educación peruana más allá del bicentenario: nuevos rumbos* (pp. 213-228). Lima: Universidad del Pacífico.

BOZA, Beatriz (2006). *Canon minero: ¿caja chica o palanca para el desarrollo?* Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social. Recuperado de <https://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/otrasinvestigaciones/archivos/canon-minero-caja-chica-o-palanca-para-el-desarrollo.pdf>.

CENTRO NACIONAL DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO (2011). *Plan Bicentenario: el Perú hacia el 2021*. Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. [Internet]. Recuperado de https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/files/Documentos/plan_bicentenario_ceplan.pdf.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (2019a). *Principales indicadores bibliométricos de la actividad científica peruana, 2012-2017*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. [Internet]. Recuperado de https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/informes/Principales_indicadores_bibliometricos_de_la_actividad_cientifica_peruana_SCIMAGO.pdf.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (2019b). *Registro Nacional de Ciencia y Tecnología*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (2020). «¿Quién es quién en la ciencia peruana? Conócelo con el mapa interactivo del GeoRenacyt». *Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica*. [Internet]. Recuperado de <https://portal.concytec.gob.pe/index.php/noticias/2218-quien-es-quien-en-la-ciencia-peruana-conocelo-con-el-mapa-interactivo-del-georenacyt>.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y COMPETITIVIDAD (2008). *Plan Nacional de Competitividad. Buscando la inserción exitosa del Perú en el mercado global*. Ministerio de Economía y Finanzas. [Internet]. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/competitiv/documentos/Plan_Nacional_de_Competitividad_Documento_Plan.pdf.

CRESPI, Gustavo y Rafael CASTILLO (2020). *Retos de la institucionalidad pública del sistema de ciencia, tecnología e innovación de Perú*.

- Banco Interamericano de Desarrollo. [Internet]. Recuperado de https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Retos_de_la_institucionalidad_p%C3%BAblica_del_sistema_de_ciencia_tecnolog%C3%ADa_e_innovaci%C3%B3n_de_Per%C3%BA.pdf.
- CUETO, Marcos (1986a). «La organización de una cultura científica en Lima, 1890-1930». *Apuntes. Revista de Ciencias Sociales*, (18), 129-139. Recuperado de <https://revistas.up.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/229/231>.
- CUETO, Marcos (1986b). «Bibliografía sobre la historia de la ciencia y la tecnología en el Perú». *Apuntes. Revista de Ciencias Sociales*, (19), 147-162. Recuperado de <https://revistas.up.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/240/242>.
- CUETO, Marcos (1989). *Excelencia científica en la periferia. Actividad científica e investigación biomédica en el Perú, 1890-1950*. Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo / Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Recuperado de https://www.grade.org.pe/wp-content/uploads/LibroGRADE_excelenciaincientifica.pdf.
- CUETO, Marcos (2001). «Un médico alemán en los Andes: la visión médico social de Maxime Kuczynski-Godard». *Allpanchis*, (56), 39-74.
- DÍAZ-CASSOU, Javier; María Cecilia DEZA y Kenji MORENO (2020). *Perú: desafíos del desarrollo en el post COVID-19*. Washington D. C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- FIGUEROA, Silvana; Germán SÁNCHEZ y Alejandra VIDALES (2009). *La ciencia y tecnología en el desarrollo: una visión desde América Latina*. Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- GARCÍA, Uriel (2003). «Reseña histórica de la implantación de la viruela en los Andes. La historia de un holocausto». *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 20(1), 41-50.
- HARARI, Yuval (2014). *Sapiens: de animales a dioses*. Barcelona: Debate.

- HERNÁNDEZ, Carlos (2018). «Servicio de apoyo especializado en acciones de gestión». Informe 3 -OS0034-2018.
- ÍSMODES, Eduardo (2006). *Países sin futuro*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ÍSMODES, Eduardo (2014). *Cambiar la universidad en el Perú. Una contribución a partir de la experiencia de E-Quipu*. Lima: Asamblea Nacional de Rectores.
- KNIPPER, Michael (2009). «Antropología y crisis de la medicina: el patólogo M. Kuczynski-Godard (1890-1967) y las poblaciones nativas en Asia Central y Perú». *Dynamis*, (29), 97-121.
- KRESALJA, Baldo (2004). «Los derechos intelectuales en el constitucionalismo peruano». *Anuario Andino de Derechos Intelectuales*, 1(1), 3-42.
- KUCZYNSKI-GODARD, Máxime (2004). *La vida en la Amazonía peruana: observaciones de un médico*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- KURAMOTO, Juana (2007). *Sistemas de innovación tecnológica. Investigación, políticas y desarrollo en el Perú*. Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo.
- KURAMOTO, Juana (2012). *La investigación económica y social en el Perú 2007-2011: balance y prioridades. Ciencia, tecnología e innovación*. Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo / Consorcio de Investigación Económica y Social.
- KURAMOTO, Juana (2017). «Ciencia, tecnología e innovación». En Jeanine Anderson et al., *Balance de investigación en políticas públicas 2011-2016 y agenda de investigación 2017-2021* (pp. 638-678). Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social.
- KURAMOTO, Juana y Máximo TORERO (2004). *La participación pública y privada en la investigación y desarrollo e innovación tecnológica en el Perú: una apreciación global relativa a otros países latinoamericanos*. Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo.

- KURAMOTO, Juana y Máximo TORERO (2009). «Public-Private Research, Development, and Innovation in Perú». En Michael Graham y Jean Woo (eds.), *Fuelling Economic Growth: The Role of Public-Private Sector Research in Development* (pp. 105-158). Ottawa: International Development Research Centre.
- LEÓN-VELARDE, Fabiola (2013). «La mujer y el desarrollo científico. Una mirada desde la universidad». *Revista Brújula*, (25), 44-52.
- LEÓN-VELARDE, Fabiola (2015). «La responsabilidad de la universidad ante el cambio climático es generar conocimiento». En Nicole Bernex y Augusto Castro (eds.), *Río + 20: desafíos y perspectivas* (pp. 51-60). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- LEÓN-VELARDE, Fabiola (2021). «Perspectivas presentes y futuras sobre el desarrollo de ciencia y tecnología en el Perú, con énfasis en el sector salud». En *Cayetano Heredia 60 años*. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- LEÓN-VELARDE, Fabiola y Sofía QUIROZ (2019). «Importancia de las humanidades y ciencias sociales en la ciencia, tecnología e innovación». En Miguel Giusti (ed.), *El conflicto de las facultades* (pp. 260-264). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- LEÓN-VELARDE, Fabiola y Raymundo MORALES BERMÚDEZ (2021). «Un espacio en construcción: la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú». En César Guadalupe (ed.), *La educación peruana más allá del bicentenario: nuevos rumbos* (pp. 229-258). Lima: Universidad del Pacífico.
- LÓPEZ SORIA, José Ignacio (2004). «La educación en ciencia y tecnología en el Perú». En José Ignacio López Soria (coord.), *Enciclopedia temática del Perú XI: Ciencia y tecnología* (pp. 177-186). Lima: El Comercio.
- LÓPEZ SORIA, José Ignacio y Benjamín MARTICORENA (2004). «Hacer ciencia y tecnología en el Perú». En José Ignacio López Soria (coord.), *Enciclopedia temática del Perú XI: Ciencia y tecnología* (pp. 10-14). Lima: El Comercio.

- MARSHALL, Alfred (1879). *The Pure Theory of Foreign Trade*. Hamilton: McMaster University.
- MARTICORENA, Benjamín (2004). «La energía». En José Ignacio López Soria (coord.), *Enciclopedia temática del Perú XI: Ciencia y tecnología* (pp. 46-54). Lima: El Comercio.
- MAZZUCATO, Mariana (2018). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. Londres: Penguin Books Ltd.
- MEDINA, Sandro (1 de junio del 2020). «El sistema de innovación peruano tiene problemas de gobernanza». *Vida y Futuro*. [Internet]. Recuperado de <https://vidayfuturo.pe/2020/06/01/el-sistema-de-innovacion-peruano-tiene-problemas-de-gobernanza-entrevista/>.
- MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (25 de enero del 2019). «Colombia tendrá por primera vez en su historia un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación». *Nota de Prensa, Minciencias de Colombia*. [Internet]. Recuperado de https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-tendra-por-primera-vez-en-su-historia-un-ministerio-ciencia-tecnologia-e.
- MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO (2018). «Reporte mensual de comercio: diciembre 2018». *Reportes de Comercio, Ministerio de Comercio Exterior y Turismo*. [Internet]. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/410100/Reportes_de_Comercio_-_Reporte_Mensual_de_Comercio_Exterior_-_Diciembre_201820191030-24204-1kvpx6.pdf.
- MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO (2020). «Agroexportaciones peruanas lograron cifras récord en el 2020». *Nota de prensa, Ministerio de Comercio Exterior y Turismo*. [Internet]. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/noticias/341168-agroexportaciones-peruanas-lograron-cifras-record-en-el-2020>.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (2016). *Estudio de la situación actual de la innovación en la industria manufacturera. Análisis de los resultados de la Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufac-*

- turera 2015. Ministerio de la Producción. [Internet]. Recuperado de <https://ogeiee.produce.gob.pe/images/oe/Doc/innovacion.pdf>.
- Miñano, Sofía (2019). La mujer peruana y las patentes; inventando el futuro. En: La mujer peruana y la propiedad intelectual. Serie INDECOPI. p.p. 36.
- MONTOYA, Modesto (2006). *Optimización del sistema peruano de ciencia y tecnología: el reto del desarrollo del Perú a partir de la investigación*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- MONTOYA, Modesto (2011). *Políticas para impulsar la ciencia, tecnología e innovación tecnológica en el Perú*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- MORALES, Carlos (1940). «Antonio Raimondi». *Boletín del Museo de Historia Natural Javier Prado*, 4(15), 431-443.
- OLMOS, Ximena (2019). *Oficinas de promoción comercial en el exterior como instrumento para la diversificación exportadora: los casos de Chile, Colombia y el Perú*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44871/1/S1900689_es.pdf.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (2015). *Manual de Frascati. Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Recuperado de <https://www.oecd.org/publications/manual-de-frascati-2015-9789264310681-es.htm>.
- OYARZÚN, Manuel (2018). «Creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación». *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 34(2), 86-88. Recuperado de <https://www.scielo.cl/pdf/rcher/v34n2/0717-7348-rcher-34-02-0086.pdf>.
- PODESTÁ, Bruno y María ROCA TERRY (1985). *Bibliografía peruana comentada de política científica y tecnológica*. Lima: Gredes.

- PORTER, Michael (1995). *Construyendo las ventajas competitivas del Perú*. Lima: PROMPERÚ.
- PRADO, Patricio (2017). *Estado actual de los centros de excelencia internacional en Chile y su potencial impacto para la economía*. (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Santiago de Chile. Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146044/Estado_actual_de_los_Centros_de_Excelencia_Internacional_en_Chile y.
- RED DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2019). *Indicadores comparativos*. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. [Internet]. Recuperado de <http://www.ricyt.org/category/indicadores/>.
- RIVAS, Gonzalo (2012). *La experiencia de CORFO y la transformación productiva de Chile. Evolución, aprendizaje y lecciones de desarrollo*. Corporación Andina de Fomento. [Internet]. Recuperado de https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/373/caf_libro_corfo_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- ROGERS, Juan D. (2020). *Estudio de línea base del gasto público en ciencia, tecnología e innovación en el Perú*. Lima: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica / Banco Mundial. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1484215/Estudio%20de%20L%C3%ADnea%20Base%20del%20Gasto%20P%C3%ABlico%20en%20Ciencia%20Tecnolog%C3%ADa%20e%20Innovaci%C3%B3n%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf>.
- SAGASTI, Francisco (1989). «Vulnerabilidad y crisis: ciencia y tecnología en el Perú de los ochenta». *Interciencia*, 14(1), 18-26.
- SAGASTI, Francisco (1995). «Política científica y tecnológica en el Perú: los últimos 30 años». *Tecnología y Sociedad*, (3), 31-38.
- SAGASTI, Francisco (2003). *El sistema de innovación tecnológica en el Perú: antecedentes, situación y perspectivas*. Lima: Agenda Perú. Recuperado de http://franciscosagasti.com/descargas/publicaciones_02/sistema-innovacion-peru.pdf.

- SAGASTI, Francisco y Lucía MÁLAGA (2018). *Un desafío persistente. Políticas de ciencia, tecnología e innovación en el Perú del siglo XXI*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- SALAVERRY, Oswaldo (2016). «Hipólito Unanue y la medicina topográfica». *Acta Herediana*, (57), 1-9.
- SÁNCHEZ, Yanaisy (2016). *La transferencia de tecnología en el sudeste asiático y su impacto en el desarrollo socioeconómico*. La Habana: Centro de Investigaciones de Economía Internacional. Recuperado de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Cuba/ciei-uh/20161003123934/LatransferenciadetecnologiaenelSudesteasiaticoysumpactoeneldesarrollosocioeconomico.pdf>.
- SEINER, Lizardo (2004). *La historia de la ciencia en el Perú: meteorología y sociedad, siglos XVIII-XIX*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA (2020). *Segundo informe bienal sobre la realidad universitaria en el Perú*. Lima: Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria.
- TELLO, Mario (2016). *Fomento de la ciencia, tecnología e innovación (CTI)*. Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social.
- TORRES, Jorge (2003). «Clusters de la industria en el Perú». *Economía*, 26(51-52), 197-259. Recuperado de http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/46868/n_228.pdf?sequence=1.
- VEGA CENTENO, Máximo (2003). *El desarrollo esquivo: intentos y logros parciales de transformaciones económicas y tecnológicas en el Perú (1979-2000)*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- VILLARÁN, Fernando (2015). *Historia de las patentes e invenciones en el Perú*. Lima: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.

VILLARÁN, Fernando y Romina GOLUP (2010). *Emergencia de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en el Perú*. Lima: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Normas relacionadas al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el Perú

- Acuerdo Nacional. 22 de julio del 2002. <https://www.acuerdonacional.pe/>.
- Decreto Supremo N.º 001-2006-ED. Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano-PNCTI 2006-2021.
- Decreto Supremo N.º 067-2012-PCM. Adscriben el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) a la Presidencia del Consejo de Ministros.
- Decreto Supremo N.º 015-2016-PCM. Política Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
- Decreto Supremo N.º 345-2018-EF. Plan Nacional de Competitividad y Productividad.
- Decreto Supremo N.º 237-2019-EF. Plan Nacional de Competitividad y Productividad.
- Decreto Supremo N.º 025-2021-PCM. Crea la Comisión Multisectorial de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Comisión Consultiva de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Ley N.º 28303, Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.
- Ley N.º 28522, Ley del Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico y del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN) y su Reglamento.
- Ley N.º 28613, Ley del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC).
- Ley N.º 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto.
- Ley N.º 30309, Ley que promueve la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica.

Ley N.º 30806, Ley que modifica diversos artículos de la Ley N.º 28303, Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica y de la Ley N.º 28613, Ley del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC).

Ley N.º 30948, Ley de Promoción del Desarrollo del Investigador Científico.

Ministerio de Economía y Finanzas. Marco Macroeconómico Multianual 2021-2024. Aprobado en Sesión de Consejo de Ministros del 26 de agosto del 2020. https://www.mef.gob.pe/pol_econ/marco_macro/MMM_2021_2024.pdf.

Ministerio de Economía y Finanzas - SNIP 2012. Política de Inversión Pública en Ciencia, Tecnología e Innovación: Prioridades 2013-2020.

Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática (2005). Plan de Desarrollo de la Sociedad de la Información en el Perú.

Resolución de Presidencia CONCYTEC N.º 064-2020, que formaliza la modificación de la Directiva N.º 003-2015- CONCYTEC/DPP, «Directiva para la formulación, aprobación, gestión, seguimiento, monitoreo y evaluación de los Programas Nacionales Transversales de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica», y de la Directiva N.º 004-2015- CONCYTEC/DPP, «Directiva para la formulación, aprobación, gestión, seguimiento y evaluación de los Programas Especiales de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica».

Este libro es un ensayo sobre la evolución y situación actual de la gobernanza de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica en el Perú. Se reseña el conjunto de conocimientos y funciones del Estado y se repasan sus políticas y planes entre los siglos XIX y XXI, con énfasis hacia el final del siglo XX y la primera década del siguiente, cuando la ciencia y la tecnología comenzaron a tener mayor soporte del Estado. Asimismo, se bosqueja los primeros aportes de nuestros científicos y algunos procesos de cambio económico y político que influyeron en el desarrollo de la ciencia y la investigación peruana. La historia recorrida nos conduce a plantear los retos para el futuro, tales como la mejora de nuestras capacidades para la construcción de una ciencia, tecnología e innovación más vanguardista, inclusiva y sostenible; la necesidad de construir puentes más sólidos con las ciencias sociales y humanas; y el imperativo de construir bases más definitivas para una nueva estrategia de desarrollo científico, que bien merece nuestro tercer siglo republicano.



PERÚ

Ministerio de Cultura



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024