



PROGRAMA NACIONAL TRANSVERSAL DE CIENCIAS BÁSICAS

BIOLOGÍA, FÍSICA, MATEMÁTICAS Y QUÍMICA

2016 – 2021

Documento para aprobación del consejo directivo del CONCYTEC

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYTEC

Concejo Nacional de la Competitividad, CNC

Instituto del Mar del Perú, IMARPE

Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, IIAP

Instituto de Matemáticas y Ciencias Afines, IMCA

Instituto Peruano de Energía Nuclear, IPEN

Ministerio de la Producción, PRODUCE

Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP

Universidad Nacional Agraria La Molina, UNALM

Universidad Nacional de Ingeniería, UNI

Universidad Nacional de Piura, UNP

Universidad Nacional de Trujillo, UNT

Universidad Nacional del Callao, UNAC

Universidad Nacional Federico Villarreal, UNFV

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, UNMSM

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, UNPRG

Universidad Nacional San Agustín, UNAS

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, UNSAAC

Universidad Peruana Cayetano Heredia, UPCH

Universidad Ricardo Palma, URP

CONTENIDO

Comité de Formulación.....	6
Comités Científicos.....	7
<i>Comité Científico de Biología</i>	<i>7</i>
<i>Comité Científico de Física.....</i>	<i>7</i>
<i>Comité Científico de Matemáticas</i>	<i>7</i>
<i>Comité Científico de Química</i>	<i>7</i>
1. Aspectos generales.....	8
1.1 Duración	8
1.2 Fundamentación	8
2. Contenido General	9
2.1 Situación Actual	9
2.1.1 Entidades comprometidas con las ciencias básicas.....	11
2.2 Principales tendencias globales en ciencias básicas.....	17
2.2.1 Perú y América del Sur	17
2.2.2 Perú y los países con tradición en ciencias básicas.....	18
2.3 Componentes del Programa	20
2.3.1 Identificación de la problemática.....	20
2.3.1.1 Institucionalidad y normatividad en las áreas de ciencias básicas	21
2.3.1.2 Resultados de investigación científica en las áreas de ciencias básicas.....	21
2.3.1.3 Investigadores calificados en las áreas de ciencias básicas.....	22
2.3.1.4 Laboratorios y centros de investigación en las áreas de ciencias básicas	22
3. Visión a largo plazo	22
3.1 Capacidades, fortalezas y oportunidades	24
3.2 Metas	24
4. Áreas Temáticas de Investigación.....	25
4.1 Biología	25
4.1.1 Biología Molecular y Celular	25
4.1.2 Botánica.....	25
4.1.3 Ecología y Conservación.....	26
4.1.4 Genética y Bioquímica	26
4.1.5 Microbiología e Inmunología.....	27
4.1.6 Parasitología.....	27
4.1.7 Zoología	27
4.2 Física.....	27
4.2.1 Astrofísica	27
4.2.2 Física computacional.....	27

4.2.3	Física de la materia condensada	27
4.2.4	Física nuclear y partículas elementales	28
4.2.5	Física médica.....	28
4.2.6	Geofísica.....	28
4.2.7	Física teórica	28
4.3	Matemáticas.....	28
4.3.1	Ciencia computacional	28
4.3.2	Estadística.....	28
4.3.3	Investigación operativa	29
4.3.4	Matemáticas aplicada	29
4.3.5	Matemáticas pura	29
4.4	Química	29
4.4.1	Química Ambiental	29
4.4.2	Química Nuclear	29
4.4.3	Productos naturales	29
4.4.4	Química orgánica	30
4.4.5	Química inorgánica	30
4.4.6	Química de materiales.....	30
4.4.7	Físico-química.....	30
5.	Objetivos del Programa	30
5.1	Objetivo General.....	30
5.2	Componentes	30
5.2.1	Articulación del sistema en ciencias básicas	30
5.2.1.1	Organización, coordinación y vinculación entre las instituciones que realizan investigación en ciencias básicas	31
5.2.1.2	Mejorar las capacidades de planeamiento de investigación en ciencias básicas al servicio del desarrollo nacional.....	31
5.2.1.3	Normas para el quehacer científico en ciencias básicas.....	31
5.2.1.4	Fortalecer la transferencia y difusión científica de actividades de investigación en ciencias básicas	31
5.2.1.5	Fortalecer la cooperación internacional científica en investigación en ciencias básicas	31
5.2.1.6	Realizar actividades de coordinación para la adquisición de información y monitoreo de actividades en ciencias básicas	31
5.2.2	Incrementar los resultados de investigación científica en ciencias básicas.....	31
5.2.2.1	Investigación vinculada a los desafíos nacionales y al conocimiento científico de frontera	31
5.2.2.2	Promover la investigación de frontera en ciencias básicas.....	32
5.2.2.3	Brindar servicios de investigación/asesoría para los sectores social/industria/empresa.....	32
5.2.3	Incrementar el número de investigadores altamente calificados en ciencias básicas	32
5.2.3.1	Mejorar los incentivos para la atracción y retención de investigadores altamente calificados en ciencias básicas.....	32
5.2.3.2	Incrementar el número de programas de posgrado en ciencias básicas	32
5.2.3.3	Becas de Doctorado en el extranjero	32
5.2.3.4	Becas para la formación profesional en ciencias básicas	34
5.2.4	Consolidar laboratorios y/o centros de investigación en ciencias básicas.....	34
5.2.4.1	Incrementar la infraestructura y equipamiento para ciencias básicas.....	34

5.2.4.2	Fortalecer laboratorios o centros de investigación en ciencias básicas a través de colaboraciones internacionales.....	34
6.	Actividades, Metas e Indicadores.....	34
7.	Financiamiento	39
8.	Compromisos Institucionales	43
9.	Referencias	45

Comité de Formulación

<i>Dr. Adolfo La Rosa Toro Gómez</i>	<i>Academia Nacional de Ciencia (ANC) / Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)</i>
<i>Dr. Alberto Martin Gago Medina</i>	<i>Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)</i>
<i>Dr. Ángel Guillermo Bustamante Domínguez</i>	<i>Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)</i>
<i>Mg. Ángel Paul Hurtado Erazo</i>	<i>Dirección de Innovación – Ministerio de la Producción (PRODUCE)</i>
<i>Dr. Erik Alex Papa Quiroz</i>	<i>Universidad Nacional del Callao (UNAC)</i>
<i>Dr. José Alberto Iannacone Oliver</i>	<i>Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV) / Universidad Ricardo Palma (URP)</i>
<i>Dr. Julio Cesar Santiago Contreras</i>	<i>UNMSM</i>
<i>Dr. Juvenal Castromonte Salinas</i>	<i>Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH)</i>
<i>MSc. Luz Genara Castañeda Pérez</i>	<i>UNFV</i>
<i>Blgo. Marco Elías Espinoza Zevallos</i>	<i>Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)</i>
<i>Dra. Marta Williams León de Castro</i>	<i>Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)</i>
<i>Dr. Renato Mario Benazic Tomé</i>	<i>UNMSM</i>
<i>Sra. Romina Sol Golup</i>	<i>Consejo Nacional de la Competitividad (CNC) - Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)</i>
<i>Dr. Roger Javier Metzger Alvan</i>	<i>Instituto de Matemática y Ciencias Afines (IMCA)</i>
<i>Dr. Víctor Anthony García Rivera</i>	<i>Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC)</i>

Comités Científicos

Comité Científico de Biología

<i>Dr. Abraham Vaisberg Wolach</i>	<i>UPCH</i>
<i>Dra. Doris Elizabeth Zúñiga Dávila</i>	<i>UNALM</i>
<i>Dr. José Alberto Iannacone Oliver</i>	<i>UNFV / URP</i>
<i>Blga. Karen Ventura Zapata</i>	<i>UNFV</i>
<i>Blgo. Marco Elías Espinoza Zevallos</i>	<i>IPEN</i>
<i>Dra. Marta Williams León de Castro</i>	<i>UNALM</i>
<i>Blga. Patricia Ayón Dejo</i>	<i>Instituto del Mar del Perú (IMARPE)</i>

Comité Científico de Física

<i>Dr. Alberto Martin Gago Medina</i>	<i>PUCP</i>
<i>Dr. Ángel Guillermo Bustamante Domínguez</i>	<i>UNMSM</i>
<i>Dr. Héctor Raúl Loro</i>	<i>UNI</i>
<i>MSc. Juan Arcadio Ávila López</i>	<i>UNFV</i>
<i>Dr. Juvenal Castromonte Salinas</i>	<i>UPCH</i>
<i>Dr. Rafael Edgardo Carlos Reyes</i>	<i>UNAC</i>
<i>MSc. Rubén Bruna Mercado</i>	<i>IPEN</i>

Comité Científico de Matemáticas

<i>MSc. Adolfo Castillo Meza</i>	<i>UPCH</i>
<i>Dr. Alfredo Bernardo Poirier Schmitz</i>	<i>PUCP</i>
<i>MSc. Elsa Quispe Cárdenas</i>	<i>UNAC</i>
<i>Dr. Juan Antonio Sotelo Campos</i>	<i>UPCH</i>
<i>Dra. Liliana Puchuri Medina</i>	<i>PUCP</i>
<i>Dr. Renato Mario Benazic Tomé</i>	<i>UNMSM</i>
<i>Dr. Roger Javier Metzger Alvan</i>	<i>PUCP</i>

Comité Científico de Química

<i>Dra. Rosario Rojas Duran</i>	<i>UPCH</i>
<i>Dra. María del Rosario Sun Kou</i>	<i>PUCP</i>
<i>Dr. Adolfo la Rosa Toro Gómez</i>	<i>UNI</i>
<i>Dr. Francisco José Peirano Blondet</i>	<i>UPCH</i>
<i>Dr. Julio Cesar Santiago Contreras</i>	<i>UNMSM</i>
<i>MSc. Luz Genara Castañeda Pérez</i>	<i>UNFV</i>
<i>MSc. Patricia Bedregal Salas</i>	<i>IPEN</i>

1. Aspectos generales

Por mandato de la Ley 28303, Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, el Perú formula por primera vez un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica¹ (PNCTI) de largo plazo, con proyección al 2021. El PNCTI debe generar un cambio sustantivo en la dinámica del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINACYT), con proyección de largo plazo, más allá de cada gestión de gobierno y debe estar orientado a las prioridades del desarrollo social y económico y requiere un amplio apoyo político y público.

El PNCTI establece entre las áreas prioritarias del conocimiento a las Ciencias Básicas como prioridad estratégica para el país, buscando de esta manera garantizar la provisión de conocimientos científicos avanzados que permitan apoyar todo el espectro de la investigación aplicada y la innovación tecnológica del Perú.

En este marco, el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) aborda el PNCTI como ente rector de la ciencia, tecnología e Innovación Tecnológica (Ley 28613), encargado de promover, diseñar, ejecutar, supervisar y evaluar las acciones necesarias que permitan alcanzar tales prioridades. Poniendo en marcha así el Programa Nacional Transversal de Ciencias Básicas (PNTCB).

Por lo expuesto, el presente documento es el resultado del estudio del quehacer científico nacional en Ciencias Básicas (Biología, Física, Matemáticas y Química - BiFiMaQ), donde se describe la situación actual y las principales intervenciones que el CONCYTEC realizará en el SINACYT a fin de tener un sistema dinámico, coherente y eficiente en investigación y producción científica en Ciencias Básicas mediante el PNTCB.

Este PNTCB se ha formulado contando con la participación de los principales actores del sistema y del gobierno, y está diseñado tomando en cuenta el entorno institucional nacional y privado así como las políticas del estado.

1.1 Duración

El PNTCB tendrá una duración de 6 años, sin embargo, debido a la temática de este programa, se requiere de su continua actualización. Para esto se propone el monitoreo y evaluación trianual del programa, a fin de corregir posibles errores u omisiones que surjan de sus acciones e intervenciones en el SINACYT.

1.2 Fundamentación

Las ciencias básicas son el fundamento de otras ciencias, del desarrollo tecnológico y están íntimamente vinculadas con el sector productivo del país como factor innovador partiendo de la investigación y desarrollo (I+D). De esta manera, fortalecer y consolidar el quehacer científico en ciencias básicas es esencial para la prosperidad, competitividad, ambiente, para la salud y calidad de vida de nuestra nación. De otra forma seremos únicamente un país que se basa en la venta de materia prima y compra de tecnología, lo cual sin duda alguna nos mantendrá al margen de las vías del desarrollo e industrialización resultando en una sociedad peruana dispar y un país subdesarrollado.

Por lo tanto, el desafío es generar ciencias básicas al servicio de los objetivos del desarrollo sostenido del Perú de una forma coherente, dinámica y eficaz, a fin de atender las necesidades en los niveles local, regional y nacional. Así como de establecer colaboraciones internacionales que nos permitan acceder a los beneficios de la globalización con una sociedad más solidaria, justa y productiva.

En ese sentido y luego de décadas de relativo atraso, el Perú ha comenzado a converger al desarrollo. Sin embargo, las brechas que nos separan de los indicadores promedio –de

todo tipo– de los países *Organisation for Economic Co-operation and Development* OECD son todavía considerables. No obstante, es posible acercarse de manera significativa si concentramos esfuerzos. Por ejemplo, considerando los escenarios nacional e internacional, la distribución geográfica y los indicadores académicos (publicaciones, investigadores, etc). En la actualidad Perú tiene una brecha de 8683 doctores investigadores en ciencias e ingenierías², es decir, tenemos una insuficiente masa crítica de investigadores altamente calificados. Esto nos coloca en una posición indeseada ante la OECD. Tal vez, hacia el 2021 no habremos cerrado las brechas que nos separan del “país OECD promedio”, pero para entonces seremos un país en desarrollo y estaremos listos para ser admitidos como país miembro.

Por lo expuesto, debemos identificar nuestras fortalezas y debilidades en la gestión del conocimiento científico nacional, para así tener la capacidad de responder/anticipar las necesidades del desarrollo de la nación. Intervenir en el SINACYT mediante estrategias y/o políticas a corto, mediano y largo plazo, ya que postergar tal necesidad, nos excluirá de los beneficios antes mencionados. Pero el desarrollo, como todo concepto, requiere de referentes concretos que le den contenido, es decir, investigación en ciencias básicas.

El PNTCB del CONCYTEC está compuesto por cuatro grandes áreas del conocimiento:

- **Biología**
Ciencia que estudia las propiedades de los seres vivos (origen, evolución y reproducción). Describiendo sus características y comportamientos de los organismos individuales y de las especies, y de las interacciones entre ellos y su entorno.
- **Física**
Ciencia que estudia los fenómenos naturales, las propiedades de la materia y sus procesos de interacción, y determina las leyes que los describen.
- **Matemáticas**
Ciencia formal y exacta, basada en los principios de la lógica, estudia las propiedades y las relaciones que se establecen entre los entes abstractos.
- **Química**
Ciencia que estudia tanto la composición, estructura y propiedades de la materia como los cambios que ésta experimenta durante un determinado proceso.

2. Contenido General

2.1 Situación Actual

Hoy en día, nuestro mundo se basa en el desarrollo de la ciencia y tecnología, enfrentando día a día desafíos como en ambiente, reducción de la pobreza y mejora de la salud. Cada uno de estos desafíos y otros más requiere de científicos capaces de dar efectiva respuestas a esos asuntos. Sin embargo, en la actual ruta estamos condenados a ser parte de los países consumidores y usuarios de tecnología. Siendo así, debemos identificar los desafíos de vital relevancia para el país, tal que parte de las investigaciones que se realicen en este Programa Nacional de Ciencias Básicas (PNTCB) actúen efectivamente a mediano y largo plazo en dichos desafíos nacionales a través de la generación de nuevos conocimientos y al conocimiento de frontera. Es decir, más allá de señalar los problemas y el establecimiento cuantitativo de nuestras carencias, fundamentado en evidencias de nuestra realidad, el PNTCB debe mostrar el significado real de los problemas y soluciones reales. Esto implica un profundo análisis de la realidad nacional que más allá del significado de los indicadores, nos conduzca a cifras (cualitativas y cuantitativas) que expongan nuestros problemas y al mismo tiempo requerimientos. Por esa razón, es

indispensable señalar de forma clara, transparente y estratégica las necesidades y soluciones priorizadas que nos permitan, como nación, consolidar a mediano y largo plazo el desarrollo y el avance científico – tecnológico en favor de nuestra sociedad.

Frente al siglo XXI, el Perú necesita afrontar muchos desafíos tanto de interés nacional e internacional. Para esto hemos identificado en CONCYTEC, a partir de los datos que ya han sido colectados en diversos documentos nacionales^{1,3,4,5,6} e internacionales^{7,8,9,10} los siguientes desafíos:

➤ Competitividad Industrial y Diversificación Productiva

Capacidad para generar productos y servicios nuevos o mejorados (calidad y precio) para mayor satisfacción de los consumidores (nacionales y mundiales) que le permita al país incrementar su producción y exportaciones con mayor valor agregado, así como la generación de empleo de calidad.

➤ Salud y Bienestar Social

Generar sistemas de salud modernos y accesibles que aseguran una población sana y que lleva una calidad de vida plena y digna en un país con índices de desarrollo humano todavía muy bajos.

➤ Seguridad Alimentaria

Capacidad de permitir la accesibilidad de toda la población a alimentos nutritivos y variados frente al reto de una población nacional y mundial cada vez más creciente.

➤ Recursos Naturales y Adaptación al Cambio Climático

Aprovechamiento de los recursos naturales para el beneficio de la sociedad asegurando su sostenibilidad y respeto al entorno. Y la preparación para enfrentar los cambios del clima y los desastres naturales asegurando un hábitat seguro, confiable y con recursos disponibles.

CONCYTEC señala que la inversión pública y privada en desarrollo e investigación² se ha mantenido durante la última década estática con aproximadamente 0.11% del Producto Bruto Interno (PBI), nivel inferior al de países desarrollados y por debajo, incluso, del promedio de la región¹¹. En ese sentido, el fortalecimiento de la investigación en ciencias básicas (BiFiMaQ) es tarea esencial para el gobierno peruano, en orden de competir sosteniblemente en la producción de bienes y servicios de alta calidad a nivel internacional. Esto nos brindará también una educación moderna, un pensamiento crítico, resultando en una sociedad peruana más equitativa, es decir una sociedad del conocimiento como factor clave del desarrollo sustentado del Perú.

Vale la pena mencionar que la economía peruana ha venido creciendo notablemente, por ejemplo, el PBI con una tasa promedio anual del 5.7%, las exportaciones crecieron hasta 17.9% del PBI en el 2010, también se observa una reducción en la pobreza extrema del 54.1% en 2000 al 31.3% en el 2010¹². Sin embargo, aún tenemos grandes debilidades que no nos permiten alcanzar el valor deseado como nación soberana, ya que con una escasa inversión en las áreas de ciencia y tecnología no seremos capaces de lograrlo. No cabe duda que la carencia de inversión en el conocimiento viene afectando directamente el desarrollo del país, pues solo quien detiene el conocimiento será capaz de crear nuevas tecnologías. Definitivamente, el conocimiento es poder, reflejándose sobre todo, en el poder económico de un país.

Esto nos lleva al reto de incrementar los conocimientos científicos y tecnológicos mediante actividades de investigación orientados a los cuatro grandes desafíos de la sociedad peruana y generar nuevos conocimientos disruptivos que nos posicionaran en el quehacer científico internacional.

Además de estos cuatro desafíos, se tiene contemplado dentro del PNTCB apoyar investigación en ciencias básicas en temas que se encuentran en la frontera de la ciencia los cuales podrían no encajar, de manera evidente, en alguno de los desafíos antes

descritos. La importancia que el Perú financie investigación básica de este tipo, sin ninguna finalidad práctica (aparente), es crucial para el desarrollo tecnológico del país. Esta es la estrategia que han seguido y siguen, no solo los países más avanzados en la Ciencia en el mundo, como son los Estados Unidos, países de la comunidad europea, o el propio Brasil en nuestro continente, sino la siguen también países vecinos como Chile o Colombia, que invierten millones de dólares en investigaciones¹¹ conducentes a entender cómo funciona el Universo tanto a nivel macroscópico, por ejemplo, a través de la astrofísica, cosmología, como microscópico, a través del estudio microbiología, parasitología.

Esta intervención del gobierno no es de ninguna manera una ostentación, al contrario es uno de los pasos necesarios a dar para poder llegar al deseado desarrollo tecnológico. Es un hecho indiscutible, que la gran mayoría de las aplicaciones tecnológicas que hoy tenemos han sido derivadas de investigaciones en ciencias básicas que no tenían prevista ninguna aplicación. Tal es el caso del láser, derivado del estudio de la amplificación de la luz vía emisión estimulada, o el aparato de resonancia magnética nuclear, derivado del estudio de la emisión de radiación electromagnética de los núcleos atómicos, cuando estos eran sometidos a campos magnéticos, o la tomografía por emisión de positrones y los aceleradores usados para terapias contra el cáncer, derivados del desarrollo de los aceleradores y detectores, ambos usados dentro del contexto de la física nuclear y de partículas elementales. Ejemplos de este tipo son incontables y se dan en todas las áreas de las ciencias básicas. Es por eso, que el Perú debe impulsar este PNTCB, ya que de las ciencias básicas se deriva una serie de aplicaciones tecnológicas y de recursos humanos altamente calificados.

Por lo expuesto, las necesidades prioritarias del PNTCB son identificadas en los siguientes problemas:

- Coordinación y normatividad institucional en ciencias básicas
- Proyectos de investigación
- Recursos humanos
- Infraestructura

El PNTCB deberá diseñar y ejecutar programas de investigación que estimulen la investigación científica en ciencias básicas dirigidas a los desafíos nacionales y al conocimiento de frontera. Además, deberá promocionar la investigación científica básica en dichas áreas temáticas del programa, a fin de garantizar el porvenir del Perú. La acción del programa deberá ser determinante para la creación de las bases fundamentales del desarrollo científico, tecnológico y académico. Impulsará, promoverá y articulará la generación y desarrollo de la investigación en ciencias básicas tal que esta sea un soporte para el desarrollo económico, social y cultural del Perú, Figura 1.

2.1.1 Entidades comprometidas con las ciencias básicas

Actualmente los programas de formación (nivel de pregrado, postgrado e investigación) en ciencias básicas en el Perú son desarrollados por las universidades e institutos de investigación. Sin embargo, escasas universidades nacionales, privadas e institutos de investigación cuentan con los recursos humanos e infraestructura que les permita desarrollar investigación científica de vanguardia nacional e internacional.

En el Perú se identifica 98 universidades en el territorio nacional¹³, donde la mayoría de las universidades se encuentran concentradas en la región Lima (~ 41%). Sin embargo, la calidad de la enseñanza y la investigación en las universidades peruanas no es homogénea. De ellas 21 universidades desarrollan los programas de ciencias básicas y sólo 8 universidades ejecutan totalmente los programas de BiFiMaQ, Tabla 1, y contamos con 12 institutos públicos de investigación en el Perú.

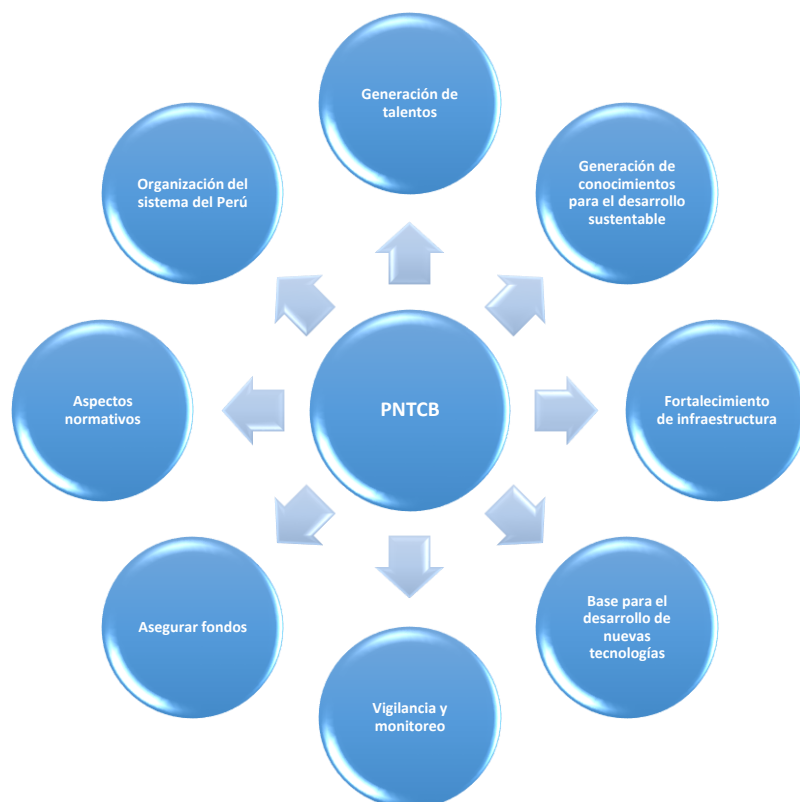


Figura 1. Resultados esperados del Programa Nacional Transversal de Ciencias Básicas.

La Tabla 1 y 2 muestran la producción científico literaria de las universidades nacionales, privadas y de los institutos de investigación públicos, respectivamente, en revistas internacionales indizadas, sus artículos científicos en ciencias básicas, las citaciones y el factor h, tales datos fueron obtenidos a través de la base de datos SCOPUS (abril de 2015) y se consideró el periodo de 1980 a 2014 como periodo de referencia. Uno de los indicadores comúnmente utilizado sobre la producción científica de un investigador/universidad/país es el número de publicaciones científicas en revistas internacionales indizadas. De las universidades privadas y nacionales observamos una gran diferencia en todos los indicadores, lo cual verifica cuan dispares son las universidades peruanas entre ellas, Tabla 1. Además, el número de publicaciones en ciencias básicas representa en las universidades aproximadamente el 50% de su producción literaria internacional (excepción la UPCH, 22%). Es decir, la investigación en ciencias básicas tiene una importancia decisiva en la producción literaria/intelectual de las universidades en estudio, lo cual se refleja sobre la tecnología y la innovación tecnológica del país.

Tabla 1. Producción científica de las universidades peruanas. Base de datos SCOPUS.

Universidades	Documentos en Total	Documentos en Ciencias básicas	Citaciones	Factor h
Universidad Peruana Cayetano Heredia - UPCH	2941	651	9386	41
Universidad Nacional Mayor de San Marcos - UNMSM	1604	522	4244	30
Pontificia Universidad Católica del Perú - PUCP	1217	575	7514	43

Universidad Nacional Agraria la Molina - UNALM	365	290	2693	26
Universidad Nacional de Ingeniería - UNI	325	197	2841	28
Universidad Nacional de San Agustín UNAS	165	73	341	10
Universidad Nacional de Trujillo - UNT	156	80	698	15
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP	139	100	1447	21
Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC	131	80	1684	21
Universidad Ricardo Palma - URP	103	55	440	12
Universidad Nacional Federico Villarreal - UNFV	81	43	294	10
Universidad Científica del Sur - UCSUR	57	25	54	3
Universidad Nacional de Piura - UNP	54	15	121	5
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - UNPRG	31	16	57	5
Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica - UNSLG	24	10	48	4
Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - UNJBG	20	9	70	3
Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga - UNSCH	11	6	18	3
Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo - UNASAM	11	10	29	2
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - UNJFSC	7	0	0	0
Universidad Nacional del Callao - UNAC	6	5	12	2
Universidad Nacional del Santa - UNS	5	5	16	2

De los institutos de investigación observamos, similar al caso anterior, diferencias en todos los indicadores, lo cual muestra cuan disperso son los proyectos de investigación entre las instituciones peruanas, Tabla 1 y Tabla 2. En el caso del IMARPE, IIAP, IPEN y SENASA, el número de publicaciones en ciencias básicas representa más del 50% de su producción literaria internacional. En cuanto, CONIDA, IGP, INIA, INICTEL e ITP no muestran ninguna producción en conocimiento de las ciencias básicas.

A partir del SCOPUS podemos determinar también nuestra producción científica, siendo que como país tenemos un total de 16483 publicaciones (07/07/2015), de las cuales se encuentra que 6813, 960, 280 y 679 publicaciones en BiFiMaQ, respectivamente.

Tabla 2. Producción científica de los institutos públicos de investigación del Perú. Base de datos SCOPUS.

Institutos Públicos de Investigación	Documentos en Total	Documentos en Ciencias básicas	Citaciones	Factor h
Instituto Nacional de Salud Lima - INS	459	105	1218	21
Instituto de Mar del Perú - IMARPE	265	202	3527	33
Instituto Geofísico del Perú - IGP	165	28	464	11
Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP	102	79	795	15
Instituto Peruano de Energía Nuclear - IPEN	73	46	334	11
Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET	54	3	3	1
Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA	19	14	96	5
Agencia Espacial del Perú - CONIDA	0	0	0	0
Instituto Geográfico Nacional del Perú - IGP	0	0	0	0
Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA	0	0	0	0
Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones - INICTEL	0	0	0	0

Expresando tales cifras en porcentaje, donde las 16483 publicaciones sea el 100% de la producción científica literaria del Perú, vemos que aproximadamente el 51% del conocimiento producido es directamente en las áreas de este PNTCB, Figura 2. Adicionalmente, el área de biología representa el 36% de las publicaciones del país, y al extremo opuesto, el área de matemáticas representa insipientemente el 2% de las publicaciones del país a nivel internacional.

Tal producción científico-literaria se encuentra por debajo de otros países de América del Sur, tales como Venezuela con 40480, Colombia con 56182, Chile con 104064, Argentina con 180061 y Brasil con 667151 (fuente SCOPUS, 07/07/2015).

En este escenario, la comunidad científica peruana tiene poca actividad científica en sus respectivas áreas del conocimiento, lo cual está ligado principalmente a: (i) la poca o casi nula inversión del estado debido a la falta de visión como país de la importancia de la ciencia en nuestro desarrollo, (ii) la poca o casi nula inversión de la mayoría de nuestras empresas privadas en investigación y desarrollo.

La Figura 3, muestra la distribución geográfica de los investigadores y publicaciones en revistas indexadas en ciencias básicas* por las áreas de investigación del programa. En el caso de las publicaciones científicas solo se ha considerado el periodo del 2010 al 2015, a fin de identificar nuestras principales fortalezas en las diferentes áreas temáticas del PNTCB.

* Se ha considerado investigador a los profesionales con el grado de Maestro y Doctor. La población de investigadores fue obtenida mediante el DINA. El número de publicaciones fue obtenido mediante el SCOPUS.

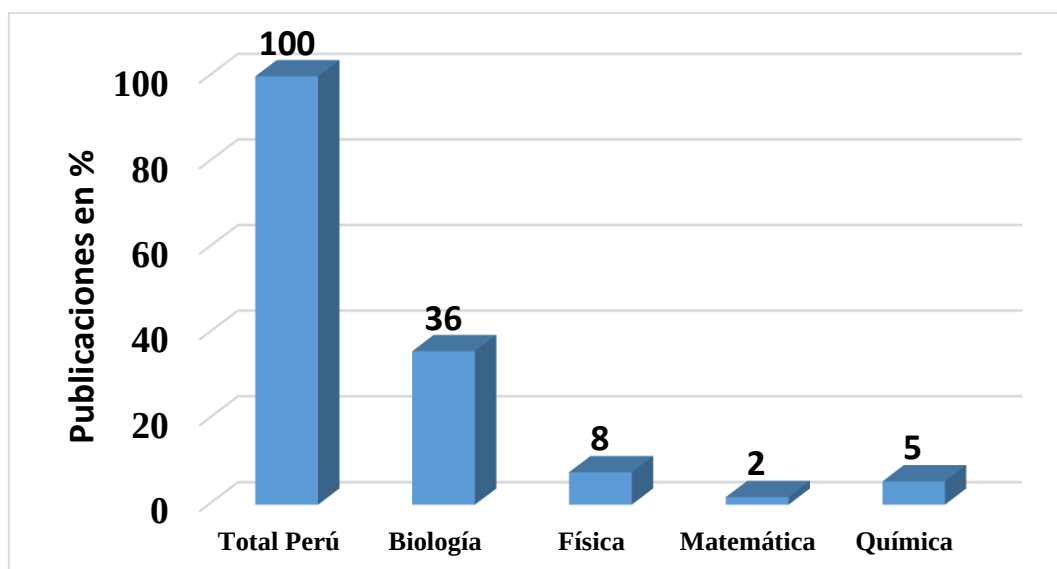


Figura 2. Producción científica del Perú en revistas internacionales indizadas. Fuente: SCOPUS (07/07/2015).

Adicionalmente, podemos identificar que la mayor producción científica literaria es procedente de la capital en comparación con las otras regiones donde la brecha identificada es amplia. Esto contrasta con la capacidad de investigadores en la región Lima, la cual se muestra en todos los casos, mayor en comparación a las otras regiones. Esto contrasta con la expectativa de los estudiantes universitarios[†], donde solo una cuarta parte se forma en carreras relacionadas a las ciencias básicas. Sin embargo, los docentes de las carreras de ciencias básicas son los que dedican más horas a actividades de investigación[‡]. Perú tiene actualmente 841 doctores en las áreas de ciencias básicas (486, 110, 109 y 136 en Biología, Física, Matemáticas y Química, respectivamente, es decir, 25 investigadores con el grado de doctor por millón). Tal cifra está por debajo de la cantidad mínima deseada de investigadores (429 por millón de habitantes, nivel que se mantiene si nos concentramos solamente en aquellos países miembros de la *Organisation for Economic Co-operation and Development* - OECD).

Por tanto, es evidente la carencia de profesionales con doctorado en las áreas de ciencias básicas, así como la disparidad existente entre tales áreas y de inversión real del estado en I+D.

En la fase de formulación del PNTCB, se han mantenido reuniones con los principales actores de la comunidad científica-académica de las diferentes universidades e institutos de investigación públicos y privados del país. Donde surge inmediatamente a relucir el deficiente reconocimiento al investigador, y los incentivos que fomenten las investigaciones en las diversas áreas del quehacer científico, en particular en ciencias básicas. Dentro de las diferentes causas directas se puede mencionar por ejemplo, a las escuelas de educación básica que no motivan a los estudiantes a estudiar las áreas de ciencias básicas, o los programas de extensión universitaria, los cuales no divulgan la importancia de las ciencias básicas para la sociedad. Por tanto, la falta de recursos humanos dedicados a la investigación, en especial a ciencias básicas, y la falta de inversión en I+D, son factores integrantes de la disparidad de la producción científica de nuestro país tanto a nivel nacional como internacional.

[†]http://portal.concytec.gob.pe/images/stories/images2014/mayo/crear_creecer/estrategias_crear_creecer_ultima_version_28-5-2014.pdf

[‡] <http://portal.concytec.gob.pe/index.php/publicaciones/documentos-de-trabajo/item/47-la-situacion-de-la-formacion-de-capital-humano-e-investigacion-en-las-universidades-peruanas>

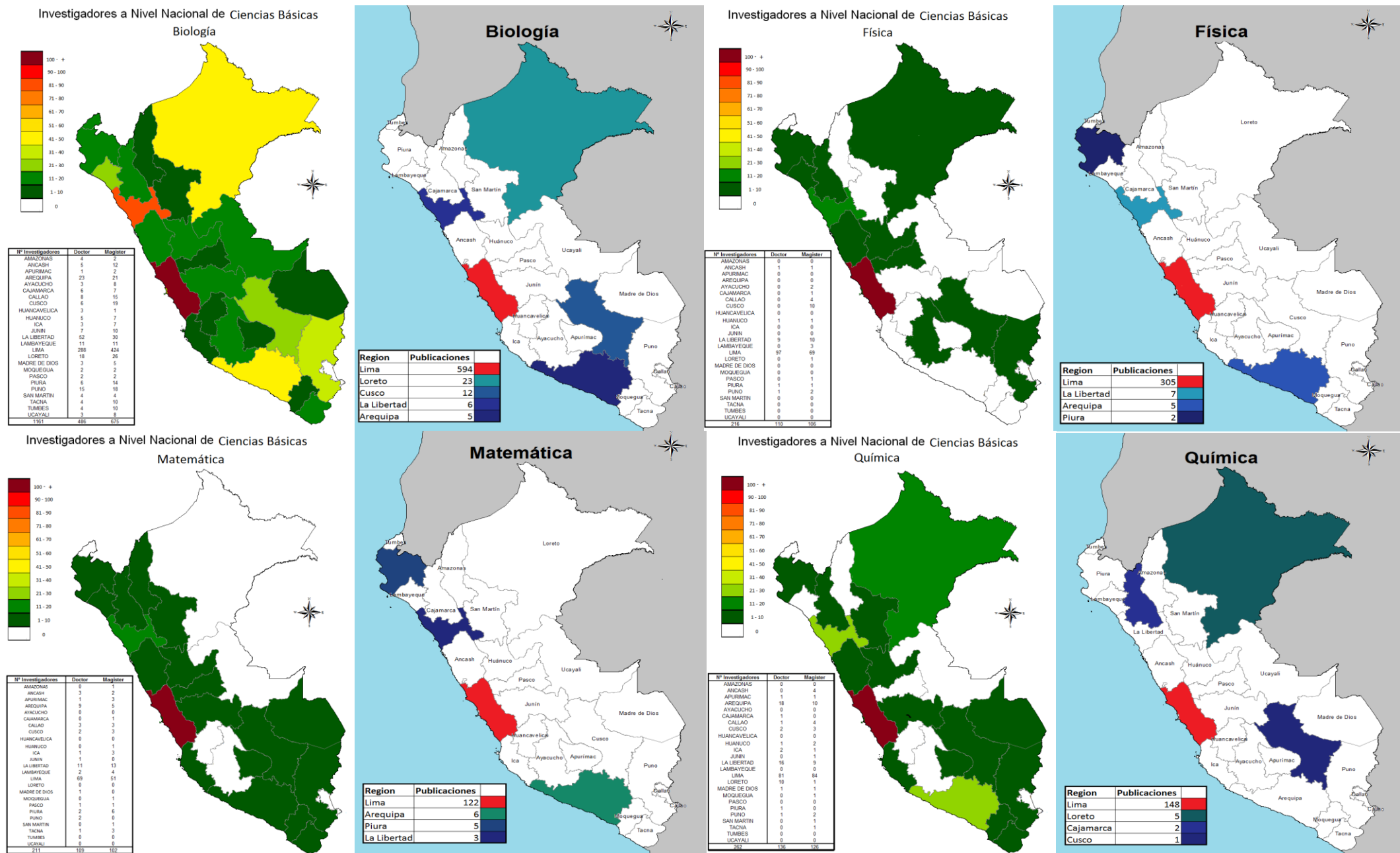


Figura 3. Distribución demográfica de los investigadores (doctores y maestros) y de las publicaciones en cada una de las áreas del Programa (Base de datos DINA y SCOUPS, respectivamente).

Está más que demostrado que sociedades fundadas en el conocimiento son las más desarrolladas, y son iconos a seguir a nivel mundial. Tal conocimiento proviene en esencia de la educación superior y el desarrollo de sus ciencias básicas. En ese contexto, las Universidades e Institutos de Investigación de nuestro país han mostrado a lo largo de todos esos años que tienen la capacidad y viabilidad para transformarse y propiciar un cambio en el progreso de la sociedad. Pero, por los datos mostrados en las Tablas 1 y 2, y en la Figura 3, existe una falta de compromiso entre las instituciones publicadas con el desarrollo sostenido del país y de un gobierno gestor de inversiones en ciencia y tecnología.

2.2 Principales tendencias globales en ciencias básicas

No cabe duda alguna que las ciencias básicas en el Perú se encuentran muy por debajo de su nivel deseado como nación soberana, es decir, la aspirada globalización del conocimiento realmente no está ocurriendo en nuestro país. Esto presupone que debemos enfrentar mayores obstáculos para ser una nación que supere las barreras tecnológicas, en concordancia con las necesidades de nuestra nación. Cerrando así la asimetría de generación de conocimiento científico y por tanto, reduciendo la brecha tecnológica, es decir, tendremos la capacidad para generar innovaciones radicales, claves para un desarrollo sustentable.

2.2.1 Perú y América del Sur

América del Sur es el principal escenario de las proyecciones del Perú, sin embargo, como se observa en la Tabla 3, según el sistema de evaluación de Times Higher Education[§], ninguna universidad peruana ha sido encontrada en dicho ranking.

Tabla 3. Ranking de las universidades en el mundo. Fuente: Times Higher Education.

Periodo	Rank mundial	Institución	País
2011-2012	178	Universidade de Sao Paulo ^a	Brasil
	276-300	Universidade Estadual de Campinas ^b	Brasil
	350-400	Pontificia Universidad Católica de Chile ^c	Chile
2012-2013	158	Universidade de Sao Paulo	Brasil
	251-275	Universidade Estadual de Campinas	Brasil
	351-400	Universidad de los Andes ^d	Colombia
2013-2014	226-250	Universidade de Sao Paulo	Brasil
	251-275	Universidad de los Andes	Colombia
	201-350	Universidade Estadual de Campinas	Brasil
2014-2015	201-225	Universidade de Sao Paulo	Brasil
	251-275	Universidad de los Andes	Colombia
	251-275	Universidad Técnica Federico Santa María ^e	Chile
	301-350	Universidade Estadual de Campinas	Brasil

^a USP, ^b UNICAMP, ^c UC, ^d UANDES, ^e USM

Las políticas que rigen las universidades y la inversión en I+D realizadas por esos países, hacen posible que algunas se mantengan y otras sean rezagadas por universidades/países que toman/corrigen su rumbo incrementando así su competitividad y visibilidad a nivel

[§]<http://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/2014-15/world-ranking/region/south-america>

The Times Higher Education World University Rankings list the best global universities and are the only international university performance tables to judge world class universities across all of their core missions - teaching, research, knowledge transfer and international outlook. The top universities rankings employ 13 carefully calibrated performance indicators to provide the most comprehensive and balanced comparisons available, which are trusted by students, academics, university leaders, industry and governments.

latinoamericano e internacional. Quiere decir que tales universidades/países vienen ya realizando esfuerzos (nuevas políticas, inversiones y actividades en la región) a fin de lograr una calidad globalmente competitiva.

La Tabla 4 compara las universidades peruanas con destacados índices, Tabla 1, y las mejores universidades de América del Sur (Tabla 3). Donde, a pesar que la UNMSM tiene más años de vida entre las otras, su índice h está por debajo de lo esperado y que universidades nuevas, como la UPCH o la UANDES muestran mejor desempeño en esos parámetros. Esto confirma, una vez más, la necesidad urgente de políticas orientadas a cambiar el actual panorama, acompañado de acciones importantes con ejecución dinámica que permitan un verdadero cambio de la ruta de nuestro país.

Tabla 4. Publicaciones en revistas indizadas, citaciones, índice h, año de fundación y vida de universidades peruanas y extranjeras en el periodo 2000-2015. Fuente: SCOPUS.

Universidad	Publicaciones en general	Publicaciones en ciencias básicas	Citaciones	Índice h	Año de Fundación
PUCP	1217	575	7514	43	1917
UPCH	2941	651	9386	41	1961
UNI	325	197	2841	28	1877
UNMSM	1604	522	4244	30	1551
USP	145574	72544	Sin información	Sin información	1934
UNICAMP	53613	29895	180357	109	1966
UANDES	5199	2726	36380	75	1948
UC-Chile	20849	9979	158196	121	1888

En líneas generales, la productividad científica peruana (medida en relación al PBI per cápita), se encuentra entre las más bajas de América Latina.

2.2.2 Perú y los países con tradición en ciencias básicas

Ningún país se ha desarrollado sin haber utilizado a la ciencia y tecnología como base y soporte de su desarrollo tecnológico. Dicho crecimiento ha sido posible gracias al apoyo recibido de conocimientos transversales, con recursos humanos capaz de generar y apropiarse del conocimiento científico y convertirlo en desarrollo tecnológico e infraestructura y equipamientos que acompañe ese crecimiento. En ese marco, las tendencias mundiales muestran que los esfuerzos en investigación e innovación toman como base las ciencias básicas, donde además de estar enfocados a la producción de conocimiento, aparentemente sin fines prácticos, generan conocimiento con fines prácticos que permiten abordar los grandes desafíos, Figura 4.

La Figura 4 (a) muestra la producción literaria científica general y en ciencias básicas de los principales países generadores de ciencia, tecnología e innovación tecnológica. La Figura 4 (b) expone la razón (en %) de los artículos en ciencias básicas dividido por las publicaciones en total (CB/DocG), de biología, física, matemáticas y química en comparación con la producción literaria en ciencias básicas del país. Vemos, por ejemplo, que el Perú tiene una producción en ciencias básicas (en %) parecida a la de los otros países, es decir, seguimos la tendencia mundial. Sin embargo,

Así mismo, se observa una gran disparidad en su producción por áreas, en comparación a la tendencia encontrada en los otros países. Sin embargo, debe observarse que el volumen de su producción científica literaria está por debajo de los otros países, Figura 4 (a).

El Perú está en vía del progreso, sin embargo, se requiere de referentes concretos que le den contenido a tal progreso en el tiempo. Los cuales nos den mejores indicadores de calidad de vida, con una democracia más sólida y consolidada, infraestructura y tecnologías de vanguardia. En este caso las brechas que nos separan de los indicadores promedio – en el desarrollo de las ciencias básicas – son considerables, Figura 3, Figura 4 y Tabla 3. Pero, es posible acercarse a la competitividad global de manera significativa si concentramos esfuerzos y enfrentamos los desafíos de nuestra nación. Así, la actual sociedad que vive una profunda crisis de valores podrá trascender a una sociedad solidaria, justa y productiva, es decir, una sociedad del conocimiento como factor clave para el desarrollo sustentable de nuestro país.

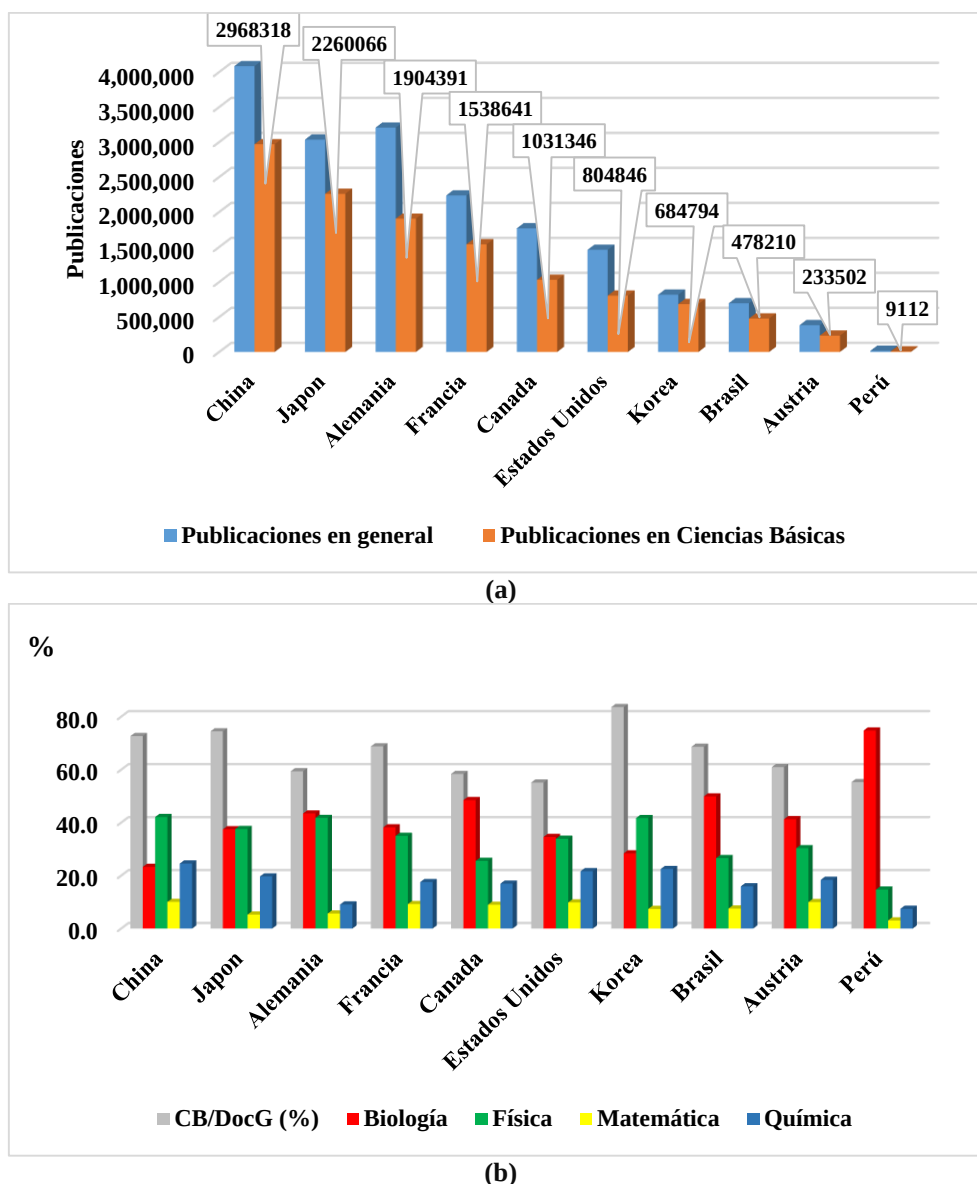


Figura 4. (a) Producción científica literaria en ciencias básicas. (b) Las diversas áreas de las ciencias básicas en porcentaje con su producción científica total. Fuente: SCOPUS 10/09/2015.

Por lo expuesto, el Perú está en la obligación de diseñar y ejecutar inmediatamente programas de I e I+D que estimulen las ciencias básicas e investigación científica y tecnológica orientada al desarrollo del país como un todo.

2.3 Componentes del Programa

El crecimiento económico de una nación requiere de ciertas condiciones mínimas (tales como, estabilidad económica y política, infraestructura y de recursos humanos altamente calificados) dentro de ellas el desarrollo científico-tecnológico. Sin embargo, el Perú en estos últimos quince años** ha demostrado que es posible crecer haciendo un mayor uso de los factores productivos disponibles, especialmente aumentando la explotación de recursos naturales. Además de diversos acuerdos internacionales que expandieron las exportaciones nacionales. Pero, tal progreso no se ha traducido en un aumento del esfuerzo público y privado para incrementar la inversión y actividad en ciencia, tecnología e innovación tecnológica.

De esta manera, el PNTCB nos dotará de una herramienta de gestión que permitirá formular y establecer objetivos de carácter prioritario, un rumbo de acción y asignar recursos para alcanzar resultados en un contexto de cambios crecientes. Reducirá la incertidumbre del futuro y enderezará el presente de cara al futuro. Adicionalmente, el PNTCB se articulará con los otros programas nacionales transversales del CONCYTEC y responderá a los desafíos nacionales y al conocimiento de frontera. Esto es debido a la naturaleza e íntima relación que tiene el PNTCB con las acciones priorizadas por el CONCYTEC, Figura 5.

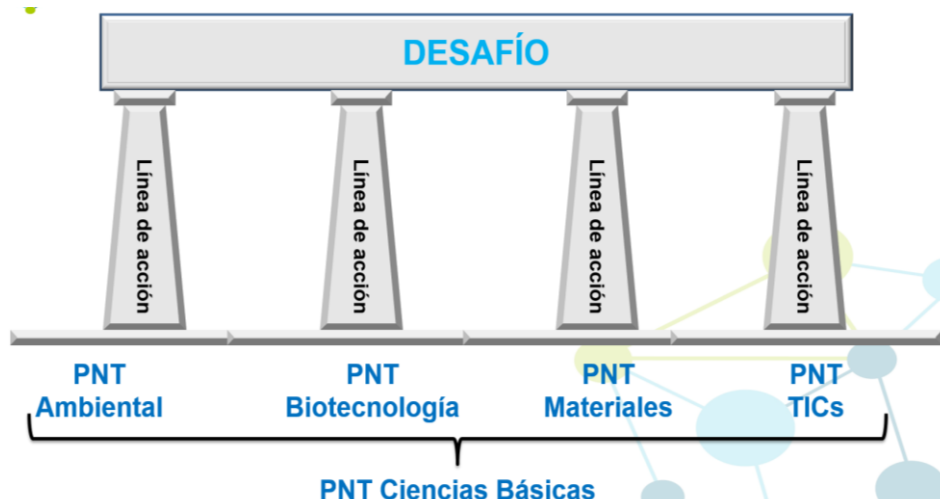


Figura 5. El PNTCB como base fundamental a los otros programas nacionales transversales (PNT) del CONCYTEC.

2.3.1 Identificación de la problemática

Son muchas las causas que explican la insuficiente capacidad de hacer investigación científica en ciencias básicas en el país como restricción al desarrollo sostenible. Sin embargo, es posible acotar tales causas a las escasas áreas de investigación que atiendan a las urgencias sociales, una fuerte dependencia de conocimientos producidos en el exterior, un claro desfasaje de las investigaciones hechas en las instituciones peruanas lo cual se refleja en una carencia de proyectos en investigaciones disruptivas. Es decir, estamos ante un débil sistema incapaz de afrontar desafíos nacionales y al conocimiento de frontera, y que además fortalezca nuestra sociedad del conocimiento la cual será clave para el desarrollo sostenido del país.

El Perú tiene que hacer frente a imponentes desafíos. El gobierno junto con sus diversos actores en ciencias básicas debe emprender la mayor transformación y renovación que

** Entre el 2004 a 2013 se creció a una tasa promedio anual de 6.6 %, la más alta en un periodo de 10 años aún bajo el efecto de la crisis mundial. Pero en el 2014, la economía peruana ha perdido tal dinamismo.

jamás haya tenido por delante la sociedad peruana. Romper el conformismo y la pasividad para pasar a ser activos sobre nuestras propias capacidades e ir a la conquista de nuevos conocimientos y tener diversos dominios tecnológicos, es decir, pasar a ser un país protagonista y no ser más un usuario del sistema.

A continuación se describe cada una de las causas que genera los problemas de la insuficiente capacidad de hacer investigación científica en ciencias básicas en el país:

2.3.1.1 Institucionalidad y normatividad en las áreas de ciencias básicas

En los últimos cuatro años el ejercicio del CONCYTEC como ente RECTOR del SINACYT ha ido incrementando su función, sin embargo, queda mucho camino por recorrer. Actualmente existe una falta de organización y coordinación entre las diferentes instituciones de investigación del país en ciencias básicas. Además de una débil correspondencia entre las investigaciones científicas realizadas en las instituciones de investigación y el desarrollo nacional. Las inadecuadas normas para el quehacer científico representan una gran debilidad en busca de articular el SINACYT en las áreas temáticas del Programa. En la actualidad no existe un sistema integrado y consolidado de información sobre el SINACYT, lo cual reduce las posibilidades de actuación de todos los actores en este ámbito y afecta su desarrollo óptimo. Igualmente existe una falta de aprovechamiento de la cooperación internacional de la comunidad científica, debido a la falta de recursos e infraestructura, lo cual limita la capacidad del sistema en ciencias básicas.

Las funciones de seguimiento, evaluación y control, confirman la falta de información actualizada y confiable, así como su concentración en pocos organismos, y en algunos casos, inexistente. Tal escasa información del propio sistema en relación a sus actividades de investigación en ciencias básicas, lo cual se debe a la carencia de un sistema de monitoreo. Tales lagunas impiden al CONCYTEC evaluar decisiones que produzcan un cambio significativo sobre las actividades de investigación en ciencias básicas orientadas a enfrentar desafíos.

2.3.1.2 Resultados de investigación científica en las áreas de ciencias básicas

A pesar que las publicaciones en las áreas de ciencias básicas de este PNTCB representan más del 51 % (Figura 2), y presentan (en porcentaje) casi la misma dinámica (actividad científica) internacional entre sus áreas (Figura 4 (b)). La producción científica literaria de nuestro país está muy por debajo de su expresión deseada (Figura 4 (a)), desligada de los desafíos que enfrenta nuestra nación, y contribuye poco con el conocimiento global. Esto está vinculado con el índice de desarrollo humano, el cual muestra⁶ una baja calidad de educación. Una de las principales causas, y no menos importante que las otras, de este panorama es la falta de inversión pública en actividades de investigación y desarrollo, sección 2, es decir, un limitado financiamiento a proyectos de investigación.

Es claro, que se debe invertir más si deseamos obtener resultados significativos que permitan incrementar la capacidad del desarrollo nacional. Tal desconexión crea un panorama de incertidumbre que dificulta el emprendimiento y promoción de investigación de frontera por parte del gobierno en ciencias básicas, y a su vez la comunidad científica se va desligando de sus actividades científicas y se rezaga de las tendencias globales de los nuevos conocimientos. Así mismo, no existen estudios de tendencias globales en ciencias básicas que orienten las investigaciones en las áreas temáticas que impulsa el CONCYTEC a fin de crear conocimiento de vanguardia que nos tenga dentro de los países líderes en la región. Cabe decir que esta situación se agrava por la falta de instrumentos de transferencia y difusión del conocimiento hacia los sectores y sociedad lo cual desvincula el desarrollo del país y crea desigualdades y nos aleja del nivel deseado

como nación. Este tipo de instrumentos crearían una demandas de servicios de investigación en ciencias básicas a por la empresa vinculada directamente al sector social.

2.3.1.3 Investigadores calificados en las áreas de ciencias básicas

Se ha demostrado también que actualmente tenemos 25 investigadores con el grado de doctor en ciencias básicas por millón de habitantes, cifra por debajo de la cantidad mínima deseada (429 por millón de habitantes, según OECD). De esta manera, se necesita contar con más doctores altamente calificados en investigación científica, ya que de otra manera no hay forma de emprender investigación de frontera y enfrentar a los desafíos nacionales sin investigadores de tal nivel.

Actualmente contamos con insuficientes y deficientes incentivos para la atracción y retención de investigadores altamente calificados, al mismo tiempo a pesar de los esfuerzos que viene realizando el CONCYTEC, tenemos una reducida oferta de programas de posgrado que formen doctores y maestros en el país. Más allá de esto, encontramos que el sistema no se alimenta por sí mismo, es decir, antes de formar doctores debemos formar maestros pero antes de esto debemos tener alumnos de pregrado graduados (bachilleres), ya que esto lo exige la ley universitaria. El escaso estímulo para la formación profesional en las carreras de ciencias básicas, fomenta la carencia de investigadores e imposibilita fijar metas significativas dentro del sistema.

2.3.1.4 Laboratorios y centros de investigación en las áreas de ciencias básicas

A fin de mitigar todas las causas que impiden crear un sistema dinámico, coherente y eficaz en ciencias básicas capaz de enfrentar los desafíos nacionales y al conocimiento de frontera, se debe incrementar la actual infraestructura y equipamiento para investigación en las instituciones de investigación. Ya que este es un problema que atraviesa todo el sector científico de nuestra nación, pero tal vez con mayor profundidad las universidades nacionales del interior del país. La relevancia de este tema, debe ser reconocida, por dos causas; si queremos atender nuestras diversas prioridades, debemos contar además de con incentivos para investigación e investigadores con equipos e infraestructura que permita tales objetivos, ya que relegar tal urgencia sería crear una ineficiencia al sistema y por consiguiente, volver al mismo estado actual.

Al mismo tiempo a fin de incrementar las capacidades de investigación debe fomentarse e incentivarse la coordinación entre las entidades que realizan investigación y mejorar la gestión del sistema en ciencias básicas. Contamos con pocos laboratorios o centros de investigación de frontera lo cual se refleja con el impacto de nuestras investigaciones tanto a nivel regional, nacional e internacional.

En base al análisis precedente, la Figura 6 muestra el árbol de problemas del Programa y esquematiza las dificultades de alcanzar el fin de este Programa mediante principalmente los cuatro principales problemas obtenidos de la sección 2.

3. Visión a largo plazo

A partir de la identificación de la problemática central del PNTCB sus causas y efectos (situación actual), debemos definir la visión de este Programa, la cual deberá reflejar el propósito y fin (objetivo central) que alcanzará este programa (situación deseada) mediante la intervención que hará este programa. Por lo expuesto, la visión del PNTCB es:

El Perú crece a un ritmo exponencial y sostenido, reconocido a nivel internacional con un sistema de ciencias básicas fuerte, dinámico y con eficiente articulación entre los actores y los sectores productivos del país y la sociedad.

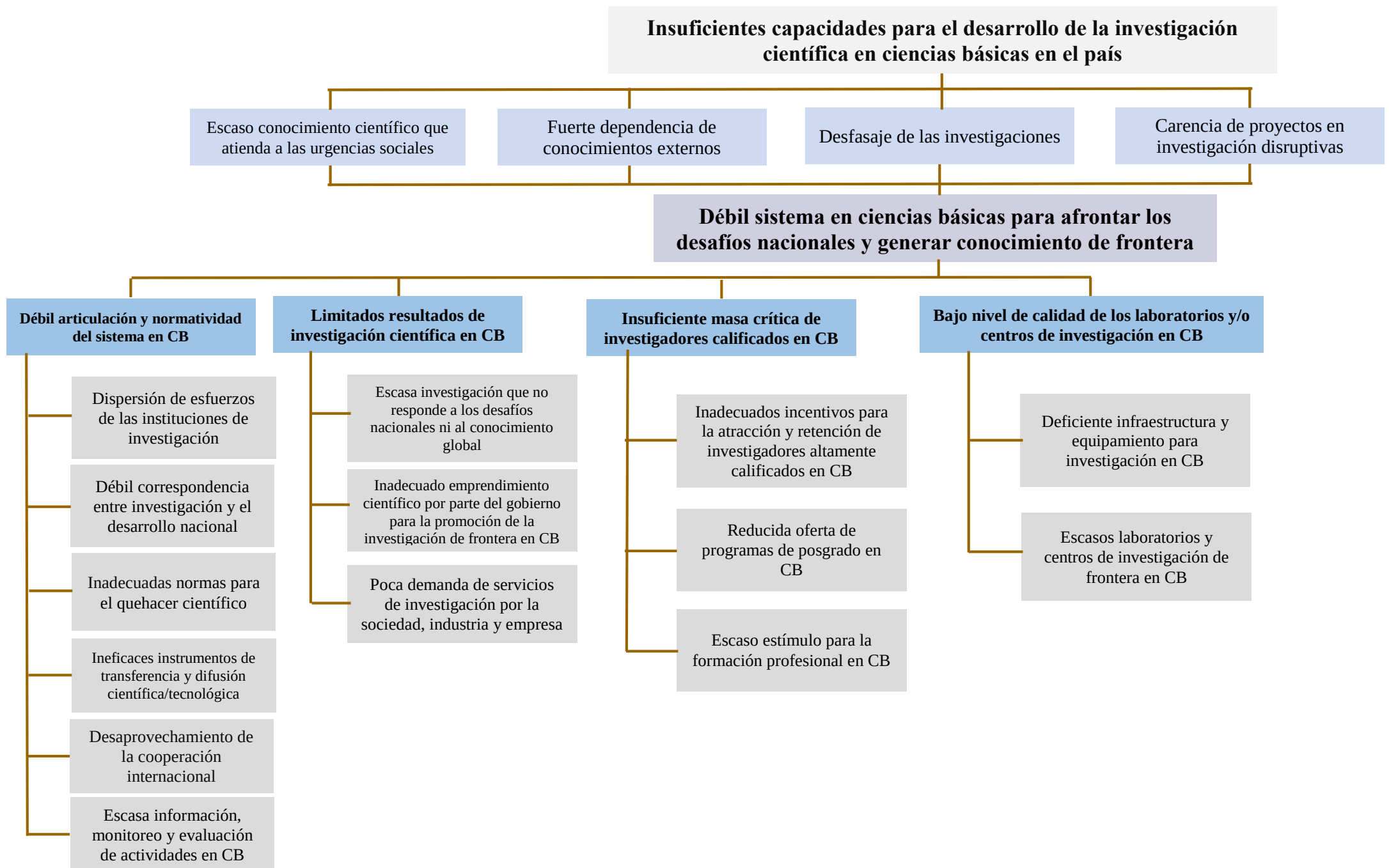


Figura 6. Árbol de problemas del PNTCB, (Ciencias Básicas – CB).

3.1 Capacidades, fortalezas y oportunidades

A pesar de toda la situación actual identificada en la sección 2 y resumida en la Figura 6, el Perú logra desarrollar ciertas capacidades y fortalezas que favorecerán a las acciones del PNTCB. Dentro de estas debe destacarse:

1. Existencia de individuos y grupos de investigación dinámicos, creativos y productivos, con colaboraciones tanto a nivel nacional e internacional.
2. Presencia de programas de Doctorado y Maestría en Ciencias Básicas.
3. Marco legal en CTel, leyes 28303 y 28613.
4. La ley universitaria 30220.
5. La ley que promueve la investigación CTel ley 30309.
6. Plan nacional estratégico de ciencia, tecnología e innovación para la competitividad y el desarrollo humano (D.D.001-2006-ED).
7. El plan Bicentenario, El Perú hacia el 2021.
8. El incremento del presupuesto del CONCYTEC que paso de ser aproximadamente de 14 (año 2010) a 117 (año 2015) millones de soles.

En ese marco, demos también identificar las oportunidades que se presentan, tales como.

1. Ubicación geográfica estratégica en América del Sur.
2. Nuestra variada diversidad geográfica y biológica.
3. La existencia de programas de cooperación científica nacionales e internacionales.
4. La globalización del conocimiento y de las comunicaciones.
5. Necesidades de los diferentes sectores del país.

3.2 Metas

Con el fin de alcanzar tal visión planteamos las siguientes metas para este Programa:

1. Fortalecer la institucionalidad mediante la organización y coordinación de las instituciones públicas relacionadas a las áreas de ciencias básicas.
2. Diseñar e implementar políticas en torno a la ciencias básicas que impulse la tecnología e innovación tecnológica, es decir, I+D+i.
3. Desarrollar investigación científica que atienda a los desafíos nacionales.
4. Desarrollar investigación científica en la frontera del conocimiento a nivel país.
5. Dotar a las universidades e instituciones de investigación en ciencias básicas de las herramientas necesarias para el desarrollo de investigación científica de punta.
6. Aportar recursos humanos altamente calificados para la solución de problemas nacionales.
7. Fortalecer la comunidad de investigadores en ciencias básicas, teniendo como actividad primaria la investigación básica o el desarrollo tecnológico, y que su espacio de acción se encuentre tanto en el sector académico o en el sector productivo.
8. Abrir espacios para la inserción de investigadores de alto nivel internacional, que habiendo logrado un nivel doctoral, inician su carrera en el país.
9. Contar con infraestructura y equipamiento que respondan a las necesidades de investigación en la frontera del conocimiento.
10. Reconocer a las Ciencias Básicas, como piedra angular de las otras ciencias e ingenierías, es el pilar fundamental de la sociedad del conocimiento, la cual es clave para el desarrollo sustentable del Perú.

De esta manera, los esfuerzos del Programa estarán orientados a la consolidación de tales metas a fin de *incrementar la capacidad de hacer investigación científica en ciencias básicas en el país* como objetivo general del PNTCB.

4. Áreas Temáticas de Investigación

Se debe destacar que el 51 % del total de producción científica literaria del país es de las áreas de ciencias básicas, Figura 2. Es decir, las ciencias básicas en el Perú deben pasar a ser el pilar del desarrollo científico y tecnológico, tal como lo es en otros países líderes mundiales, Figura 4(b). Partiendo de esta premisa y de nuestras capacidades demostradas en la sección 3.1, es necesario priorizar las acciones del PNTCB que generen el mayor impacto positivo posible dentro de la comunidad científica nacional.

Dentro de los aspectos positivos está el trabajo colaborativo entre ciencia y la industria que han venido promoviendo, tanto el Fondo para la Innovación, Ciencias y Tecnología (FINCYT) como el Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), y el trabajo de transferencia y adaptación tecnológica que llevan a cabo en los Centros de Innovación Tecnológica (CITES).

A partir de las publicaciones científicas nacionales e internacionales y de los talleres realizados en las regiones del país^{††} con los principales actores en ciencias básicas, se ha identificado las diversas áreas temáticas del PNTCB, Figura 7. Tales áreas temáticas han sido priorizadas dentro de las grandes áreas del conocimiento del PNTCB (BiFiMaQ), a fin de hacer frente los desafíos nacionales y la generación de nuevos conocimientos de frontera e incremento de la capacidad tecnológica del país.

A continuación serán descritas sucintamente cada una de estas áreas temáticas que hacen frente a los desafíos:

4.1 Biología

4.1.1 Biología Molecular y Celular

La biología molecular, estudia las interacciones de los diferentes sistemas de la célula, incluyendo las relaciones entre ellas, las del ADN con el ARN, la síntesis de proteínas, el metabolismo, y el cómo todas esas interacciones son reguladas para conseguir un correcto funcionamiento de la célula. Su objetivo es el estudio de los procesos que desarrollan los seres vivos bajo un punto de vista molecular¹⁴.

La biología celular estudia las propiedades de las células tales como: su estructura, funciones, organelos que contienen, su interacción con el ambiente y su ciclo vital. Se centra en la comprensión del funcionamiento de tales propiedades y cómo estas se regulan¹⁵.

4.1.2 Botánica

Se ocupa del estudio de las plantas, bajo todos sus aspectos, lo cual incluye su descripción, clasificación, distribución, identificación, reproducción, fisiología, morfología, relaciones recíprocas o con los otros seres vivos y efectos provocados sobre el medio en el que se encuentran. Se debe distinguir entre la botánica pura, cuyo objeto es ampliar el conocimiento de la naturaleza, y la botánica aplicada, cuyas investigaciones están al servicio de la tecnología agraria, forestal y farmacéutica¹⁶.

^{††} Para esto, se ha considerado la distribución geográfica de la comunidad científica y la producción científica en el país, Figura 3.



Figura 7. Áreas temáticas priorizadas en el PNTCB.

4.1.3 Ecología y Conservación

La ecología estudia las interrelaciones de los diferentes seres vivos entre sí y con su entorno y cómo estas interacciones afectan propiedades tales como la distribución o la abundancia y la transformación de los flujos de energía.

La biología de la conservación se focaliza en estudiar las causas de la pérdida de diversidad biológica en todos sus niveles (genética, individual, específica, ecosistémica) y de cómo minimizar esta pérdida¹⁷.

4.1.4 Genética y Bioquímica

Busca comprender y explicar cómo se transfiere la herencia biológica de generación en generación. Esta área, abarca en su interior un gran número de disciplinas propias e interdisciplinarias que se relacionan directamente con la bioquímica y la biología celular. Su objeto de estudio son los genes (segmentos de ADN y ARN), tras la transcripción de ARN mensajero que se sintetizan a partir de ADN. El ADN controla la estructura y el funcionamiento de cada célula, tiene la capacidad de crear copias exactas de sí mismo tras un proceso llamado replicación.

Bioquímica investiga la constitución química de los seres vivos (especialmente las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos), y las reacciones químicas que sufren estos compuestos (metabolismo) que les permiten obtener energía (catabolismo) y

generar biomoléculas propias (anabolismo). Es pilar fundamental de la biotecnología, y se ha consolidado como una área esencial para abordar los grandes problemas y enfermedades actuales y del futuro, tales como el cambio climático, la escasez de recursos agroalimentarios ante el aumento de población mundial, nuevas formas de alergias, el aumento del cáncer, etc¹⁸.

4.1.5 Microbiología e Inmunología

La microbiología estudia y analiza los microorganismos conocidos como microbios. Dentro de ellos los organismos procariotas (células sin núcleo definido) y eucariotas simples (células con núcleo). La microbiología tradicional se ha ocupado de los microorganismos patógenos entre bacterias, virus y hongos¹⁹.

Inmunología investiga el sistema inmunitario (órganos, tejidos y células) el cual reconoce elementos ajenos dando una respuesta inmunitaria. Además estudia el funcionamiento fisiológico del sistema inmunitario tanto en estados de salud como de enfermedad (in vitro, in situ e in vivo)²⁰.

4.1.6 Parasitología

La parasitología investiga los organismos vivos parásitos y la relación de ellos con sus hospedadores y el ambiente. Convencionalmente, se ocupa solo de los parásitos eucariotas como son los protozoos, helmintos y artrópodos. Adicionalmente, estudia las parasitosis o enfermedades causadas en el hombre, animales y plantas por los organismos parásitos²¹.

4.1.7 Zoología

El principal foco de estudio de zoología es la descripción morfológica y anatómica de las diferentes especies animales, así como su fisiología, modo de vida, reproducción, embriología, comportamiento y distribución. Una vez conocidas todas las características propias de cada especie se realiza una clasificación taxonómica²².

4.2 Física

4.2.1 Astrofísica

Desarrollo y estudio de la física teórica que explica las observaciones hechas por la astronomía tales como son las propiedades y fenómenos de los cuerpos estelares (estrellas, planetas, galaxias, medio interestelar entre otros) a través de sus leyes que la rigen. Asume que las leyes de la física y la química son universales, es decir, que son las mismas en todo el universo²³.

4.2.2 Física computacional

Es una rama de la física que realiza simulaciones computacionales a partir de las ecuaciones físico-matemáticas con n grados de libertad que gobiernan el sistema (modelos, por ejemplo, ecuaciones diferenciales ordinarias o ecuaciones diferenciales derivadas parciales, que no pueden ser resueltos de manera analítica). Las simulaciones deben reproducir las propiedades macroscópicas a partir de los modelos propuestos²⁴.

4.2.3 Física de la materia condensada

Investiga las características y propiedades físicas de la materia. En particular, se refiere a las fases condensadas que aparecen siempre en que el número de constituyentes en un sistema sea extremadamente grande y que las interacciones entre los componentes sean fuertes (por ejemplo, las interacciones electromagnéticas entre los átomos). La física de

la materia condensada es sin duda el campo más desarrollado de la física contemporánea y tiene una gran superposición con áreas de estudio de la química, ciencia de materiales, nanotecnología y la ingeniería²⁵.

4.2.4 Física nuclear y partículas elementales

Estudia las propiedades de los núcleos atómicos, así como también la estructura fundamental de la materia y las interacciones fundamentales entre las partículas subatómicas, la cual describe el Universo desde el punto de vista microscópico. Las aplicaciones derivadas de la investigación en física nuclear y de partículas elementales, va desde el aprovechamiento de energía nuclear, así como aparatos para imágenes médicas, o tratamiento de cáncer, hasta el desarrollo de sistemas extensos y de alto rendimiento de computación distribuida. Un ejemplo emblemático de las aplicaciones derivadas de la investigación básica en estas áreas de la física, es el sistema de distribución de hipertextos o World Wide Web (WWW). El cual fue desarrollado para que los físicos de partículas puedan acceder y compartir información de diversos puntos en el mundo²⁶.

4.2.5 Física médica

Es una rama de la física multidisciplinaria con aplicación a la medicina humana, uno de sus objetos de investigación es la optimización de la adquisición de imágenes en medicina, los procesos o tratamientos en radioterapia, instrumentación médica y otras necesidades en las áreas de la salud²⁷.

4.2.6 Geofísica

Se encarga del estudio de los fenómenos relacionados con la estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de la Tierra (por ejemplo, vulcanología, tsunamis, sismología, caracterización de suelo, oceanografía, cambio climático, energías renovables, entre muchos otros) desde el punto de vista físico y matemático²⁸.

4.2.7 Física teórica

Elabora teorías y modelos a través del lenguaje matemático con el fin de explicar y comprender fenómenos físicos, aportando las herramientas necesarias no solo para el análisis sino para la predicción del comportamiento de los sistemas físicos²⁹.

4.3 Matemáticas

4.3.1 Ciencia computacional

Investiga la construcción de modelos matemáticos y técnicas numéricas para resolver problemas científicos, de ciencias sociales y problemas de ingeniería. Generalmente dichos estudios son realizados en supercomputadores o plataformas de computación distribuida³⁰.

4.3.2 Estadística

Explica las correlaciones y dependencias de un fenómeno físico o natural, de ocurrencia en forma aleatoria o condicional provenientes de una muestra representativa de datos. Es una herramienta fundamental que se actualiza para hacer la estadística con la investigación científica en una amplia variedad de disciplinas, desde la física hasta las ciencias sociales, desde las ciencias de la salud hasta el control de calidad. Se divide en dos grandes áreas: *Estadística descriptiva*: se dedica a la descripción, visualización y resumen de datos originados a partir de los fenómenos de estudio. *Estadística inferencial*:

Se dedica a la generación de los modelos, inferencias y predicciones asociadas a los fenómenos en cuestión teniendo en cuenta la aleatoriedad de las observaciones³¹.

4.3.3 Investigación operativa

Llamada también como teoría de la toma de decisiones o programación matemáticas, investiga el uso de modelos matemáticos, estadística y algoritmos con objeto de realizar un proceso de toma de decisiones en complejos sistemas reales, con la finalidad de mejorar (u optimizar) su funcionamiento. Generalmente, toma en cuenta la escasez de recursos, para determinar cómo se puede optimizar un objetivo definido, como la maximización de los beneficios o la minimización de costos³².

4.3.4 Matemáticas aplicada

Se contraponen tradicionalmente a la de la matemáticas pura, se focaliza esencialmente en el empleo de instrumentos matemáticos en disciplinas de diversos órdenes, que cubren tanto las ciencias naturales como la economía y otras ciencias sociales, así como su utilización en ingeniería y en todo tipo de aplicaciones tecnológicas³³.

4.3.5 Matemáticas pura

Es el estudio de las matemáticas sin referencia a las aplicaciones prácticas que pudieran derivarse o a las que pudieran aplicarse, se trata de la creación de nuevo conocimiento bajo axiomas que son comprobados rigurosamente implicando las relaciones entre sus variables de estudio³³.

4.4 Química

4.4.1 Química Ambiental

Es el estudio de los problemas y la conservación del ambiente, donde se investiga los procesos químicos que tienen lugar en alguna de sus partes: suelo, ríos y/o lagos, océanos, atmósfera, así como el impacto de las actividades humanas sobre nuestro entorno y la problemática que ello ocasiona³⁴.

4.4.2 Química Nuclear

Tiene que ver con radioactividad, procesos y las propiedades nucleares del átomo, tales como los actínidos, radio y radón, los cuales son aprovechados para llevar a cabo procesos nucleares. Esto incluye la corrosión de superficies y el comportamiento bajo condiciones tanto normales como anormales de operación. Incluye también los estudios de los efectos químicos como resultado de la absorción de radiación dentro de los animales, plantas y otros materiales. Asiste de manera significativa a la comprensión de tratamientos médicos (tales como cáncer, radioterapia) y ha permitido que estos tratamientos sean mejorados³⁵.

4.4.3 Productos naturales

Contribuye al conocimiento de la composición química de los organismos que constituyen la biodiversidad del país, generando conocimiento científico de notabilidad a nivel mundial y aportando elementos naturales que permitan su mejor aprovechamiento y conservación de interés agronómico, medicinal, ecológico y taxonómico³⁶.

4.4.4 Química orgánica

Estudia las moléculas que contienen carbono formando enlaces covalentes, por ejemplo, las moléculas orgánicas, proteínas, ácidos nucleicos, azúcares y grasas son compuestos de los cuales los seres vivos están formados y cuya base principal es el carbono³⁷.

4.4.5 Química inorgánica

Investiga la formación, composición, estructura y reacciones químicas de los elementos y compuestos inorgánicos (es decir, los que no poseen enlaces que pertenecen al campo de la química orgánica). Se suele clasificar los compuestos inorgánicos según su función en ácidos, bases, óxidos (metálicos y no metálicos) y sales³⁸.

4.4.6 Química de materiales

Investiga la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales, es multidisciplinaria, ya que involucra disciplinas como la química, física, biología y diferentes ingenierías. La química de materiales desarrolla procesos de síntesis para la fabricación de materiales funcionales y estructurales, y establece la relación entre la estructura y sus propiedades, así como evalúa las aplicaciones de los materiales generados³⁹.

4.4.7 Físico-química

Estudia la materia empleando conceptos físicos y químicos, con lo cual uno puede referirse al hecho de que muchos fenómenos de la naturaleza (a nivel molecular y atómico estructural, así como el equilibrio de sustancias heterogéneas) con respecto a la materia son de principal interés en la físico-química⁴⁰.

5. Objetivos del Programa

5.1 Objetivo General

Por lo expuesto, el PNTCB no sólo se articula con los otros programas nacionales transversales del CONCYTEC, se articula también con los desafíos nacionales, el avance del conocimiento de frontera y debido a su naturaleza está íntimamente ligado con el desarrollo tecnológico del país. De esta manera, el objetivo general del programa es:

Fortalecer el sistema de investigación en ciencias básicas para que sea capaz de afrontar desafíos nacionales y generar conocimiento de frontera

5.2 Componentes

El objetivo general de este programa se articula a través de una serie de objetivos estratégicos y sus correspondientes metas e indicadores que se tienen que alcanzar mediante actividades, Figura 8. Para ello, se ha determinado la siguiente estrategia:

5.2.1 Articulación del sistema en ciencias básicas

El CONCYTEC como ente rector tiene las competencias respectivas para dirigir, coordinar, supervisar y evaluar la gestión del proceso del conocimiento científico en el país, así como de expedir las normas reglamentarias que articulen el SINACYT en orden de dinamizar el quehacer científico. Debe emitir opinión vinculante sobre la materia del PNTCB, capacitar y difundir la normatividad del sistema en la comunidad científica peruana, llevar registros y producir información relevante de manera actualizada y oportuna a fin de generar mayores beneficios al país mediante sus actores. Además de supervisar y dar seguimiento a la aplicación de sus instrumentos y subvenciones a fin de

fomentar las actividades de excelencia en investigación científica y al mismo tiempo promover la investigación de frontera. Por ello, se proponen los siguientes sub-componentes:

5.2.1.1 Organización, coordinación y vinculación entre las instituciones que realizan investigación en ciencias básicas

Las instituciones deben orientar sus investigaciones en ciencias básicas tal que respondan a los desafíos nacionales y a la generación del conocimiento de frontera, Figura 9, esto es mediante la cooperación y vinculación entre las instituciones nacionales (entre universidades, institutos de investigación, empresas y otros).

5.2.1.2 Mejorar las capacidades de planeamiento de investigación en ciencias básicas al servicio del desarrollo nacional

Impulsar la investigación en ciencias básicas para incrementar el conocimiento científico en las áreas temáticas del PNTCB, y diseñar estrategias para generar sus aplicaciones tecnológicas teniendo como marco los desafíos nacionales.

5.2.1.3 Normas para el quehacer científico en ciencias básicas

Implementar, actualizar y sistematizar la normatividad en las diferentes áreas de las ciencias básicas a fin de viabilizar el quehacer científico.

5.2.1.4 Fortalecer la transferencia y difusión científica de actividades de investigación en ciencias básicas

Transferir y difundir los conocimientos y/o técnicas científicas para el desarrollo de una sociedad del conocimiento la cual será capaz de producir transformaciones sociales, culturales y económicas produciendo el desarrollo sustentable del Perú.

5.2.1.5 Fortalecer la cooperación internacional científica en investigación en ciencias básicas

Que responda a las necesidades primarias del país y a la investigación de frontera. Es decir, que ayude al desarrollo y consolidación de grupos de investigación en ciencias básicas de nuestro país.

5.2.1.6 Realizar actividades de coordinación para la adquisición de información y monitoreo de actividades en ciencias básicas

Supervisar y dar seguimiento o mejorar la aplicación de los instrumentos y subvenciones del CONCYTEC relacionados al PNTCB, a fin de fomentar las actividades de excelencia en investigación científica y al mismo tiempo promover la investigación de frontera.

5.2.2 Incrementar los resultados de investigación científica en ciencias básicas

El CONCYTEC vela por el desarrollo científico y tecnológico del país. En ese sentido, los objetivos de los proyectos de investigación subvencionados por el CONCYTEC en las áreas priorizadas por el PNTCB serán focalizados a encarar los desafíos nacionales y la generación del conocimiento de frontera, valorando así nuestro conocimiento científico y promoviendo la investigación de vanguardia, Figura 9. De esta forma proponemos las siguientes sub-componentes:

5.2.2.1 Investigación vinculada a los desafíos nacionales y al conocimiento científico de frontera

Financiar tres tipos de convocatorias:

A – Proyectos de investigación semilla

Promover el desarrollo de proyectos de investigación en una de las áreas temáticas priorizadas por el PNTCB, para investigadores o instituciones que se proponen iniciar o incrementar sus actividades de investigación con el objetivo de fortalecer y consolidar la investigación en tal institución en el marco de los desafíos del PNTCB.

B – Proyectos de investigación

Apoyar actividades de investigación científica mediante el financiamiento a proyectos que busquen contribuir al desarrollo científico del país en una de las áreas temáticas priorizadas por el PNTCB, Figura 7.

C – Proyecto de investigación multidisciplinarios

Se destina a apoyar propuestas de investigación científica mediante el financiamiento a proyectos con objetivos y actividades multidisciplinarios dentro de las áreas temáticas del PNTCB que busquen incrementar el conocimiento del país.

5.2.2.2 Promover la investigación de frontera en ciencias básicas

Investigaciones que se desarrollan en las fronteras del conocimiento (BiFiMaQ), cambiando el marco de desarrollo de la ciencia. Investigaciones con un potencial transformador y renovador del conocimiento, aportando resultados que brinden avances significativos en el conocimiento científico. Por su naturaleza, se debe financiar por periodo de hasta 5 años.

5.2.2.3 Brindar servicios de investigación/asesoría para los sectores social/industria/empresa

Direccionado a generar las condiciones (por ejemplo, taller, reuniones, etc) que permitan la difusión de los resultados de las investigaciones o transferencia de los conocimientos generados por la comunidad científica (en ciencias básicas), a los sectores social/industria/empresa a fin de su uso (conocimientos y/o técnicas) en aplicaciones tecnológicas.

5.2.3 Incrementar el número de investigadores altamente calificados en ciencias básicas

Reforzar las capacidades científicas de las instituciones del país dedicadas a ciencias básicas enmarcadas en este PNTCB mediante la integración de personal altamente calificado a las diferentes áreas temáticas priorizadas, Figura 7. De este modo se potenciará las capacidades científico-tecnológicas de dichas instituciones, la gestión, la vinculación del sector académico y productivo con la oferta de conocimientos y complementará las acciones de vinculación entre la comunidad científica nacional e internacional. De esta forma proponemos las siguientes sub-componentes:

5.2.3.1 Mejorar los incentivos para la atracción y retención de investigadores altamente calificados en ciencias básicas

Focalizado en el diseño e implementación de incentivos que permitan atraer y favorecer la retención de investigadores de alto nivel (en las áreas priorizadas por el PNTCB) para las diferentes entidades que conforman el SINACYT. Así como también a jóvenes investigadores residentes en el extranjero con destacada producción científica en ciencias básicas. La incorporación de estos investigadores será a grupos de investigación o para la creación de grupos de investigación en áreas de investigaciones promisoras. Sus acciones estarán en concordancia con los objetivos del PNTCB.

5.2.3.2 Incrementar el número de programas de posgrado en ciencias básicas

Apoyar la formación de recursos humanos altamente calificados a nivel de postgrado (maestrías y doctorados) en universidades peruanas con el compromiso de aportar su experiencia y conocimiento adquirido para el beneficio del país. De ser el caso, crear nuevos y/o mejorar el nivel académico de los programas de posgrado en ciencias básicas del país, que respondan a las desafíos nacionales y al conocimiento científico de frontera.

5.2.3.3 Becas de Doctorado en el extranjero

Incrementar los recursos humanos altamente calificados para las actividades de investigación y desarrollo a través de la formación de investigadores en áreas prioritarias del PNTCB, otorgando subvenciones a graduados o por ser graduados en maestría para llevar a cabo estudios de doctorado en las mejores universidades del extranjero.

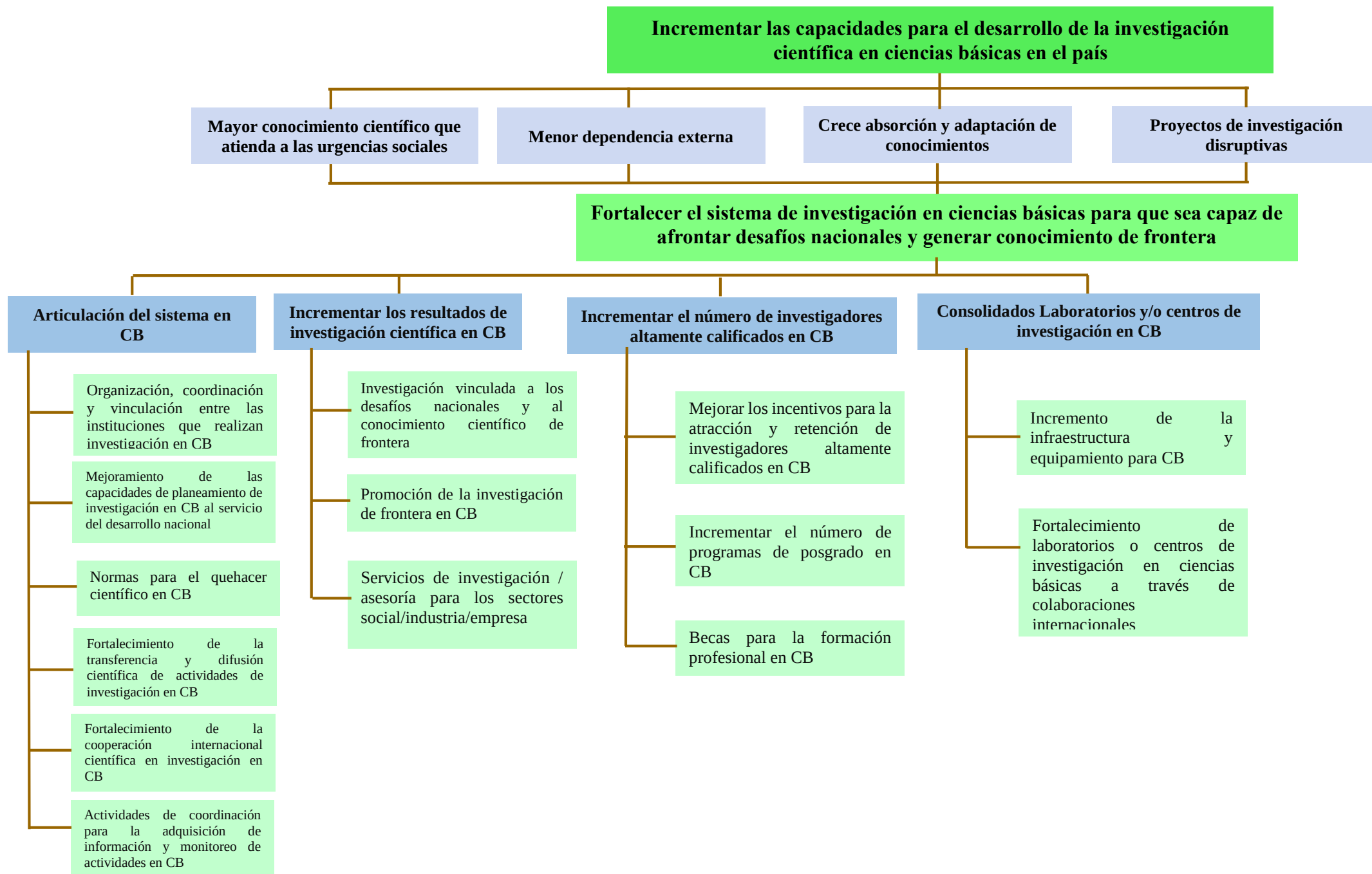


Figura 8. Árbol de medios-objetivos-fines del PNTCB.

5.2.3.4 Becas para la formación profesional en ciencias básicas

Despertar la vocación científica e incentivar nuevos talentos a través de proyectos de investigación científica bajo la tutela de un supervisor (investigador científico). Dichas becas serán factor clave para una óptima formación profesional de pregrado. Las becas serán otorgadas a alumnos que tengan completado 60 % de su formación profesional con excelente rendimiento académico.

5.2.4 Consolidar laboratorios y/o centros de investigación en ciencias básicas

Se deberá dotar de equipamientos ideales a los laboratorios y/o centros de investigación en las áreas priorizadas por el PNTCB, que les permita mejorar la calidad de sus resultados de investigación, respondiendo adecuadamente a las necesidades de las áreas priorizadas por CONCYTEC en este programa y siendo competitivos a nivel internacional. De esta forma proponemos las siguientes sub-componentes:

5.2.4.1 Incrementar la infraestructura y equipamiento para ciencias básicas

Tendrá por objetivo apoyar a la adquisición de equipamientos que sean necesarios para los proyectos de investigación, así como también, de la infraestructura necesaria que garantice el funcionamiento de ese equipamiento. Se podrá también apoyar, cuando necesario, los costos para suplementos y servicios necesarios para la instalación y operación del equipamiento. Esta acción nos lleva a tener tres diferentes financiamientos:

A – Equipos de pequeño porte (hasta 200 mil nuevos soles)

Se espera que el valor del equipamiento solicitado sea menor a 200 mil nuevos soles. Equipamientos con valor inferior podrán ser considerados desde que a propuesta contenga una justificativa válida.

B – Equipos de mediano porte (200 - 400 mil nuevos soles)

Se espera que el valor del equipamiento solicitado este entre 200 a 400 mil nuevos soles y que su uso sea realizado entre diferentes instituciones (región y país) a fines a las líneas de investigación de ese equipamiento.

C – Equipos multi-usuarios (400 mil - 1.5 millón nuevos soles)

Equipos multi-usuarios que deberán estar volcado para la compra de equipamientos de última generación y para la uso racional al mayor número de investigadores de su región y del país. La selección de tales proyectos será riguroso.

5.2.4.2 Fortalecer laboratorios o centros de investigación en ciencias básicas a través de colaboraciones internacionales

Orientado a otorgar pasantías o cursos por periodos no mayores de seis meses. Tal beca tiene como fin entrenar y/o capacitar a investigadores o técnicos que participen de proyectos de investigación ya financiados en técnicas o medidas de alta complejidad en instituciones de excelencia en el extranjero.

Todas las actividades descritas arriba se encuentran esquematizadas en el árbol de medios-objetivos-fines, Figura 8.

6. Actividades, Metas e Indicadores

A fin de impulsar el país a las vías del desarrollo e industrialización con una sociedad próspera, competitividad, con salud, y un ambiente digno para la calidad de vida. La intervención de este PNTCB está dirigida a cambiar la escala y alcance de los procesos que se hayan puesto en marcha, definiendo un rumbo de expansión del conocimiento científico que sustentará el progreso nacional.

En ese sentido, debe reconocerse que la intervención del CONCYTEC en las áreas priorizadas por este programa, son de naturaleza permanente orientados a ir perfeccionando sus acciones a fin de conseguir un *sistema de investigación en ciencias básicas capaz de afrontar desafíos nacionales y generar conocimiento de frontera*.

Por lo expuesto, las áreas temáticas mostradas en la Figura 7, generaran diversos conocimientos científicos en muchas áreas de aplicación tecnológica. Por ejemplo, la Figura 9 muestra claramente el vínculo entre cada desafío y las sectores productivos o social (entre otras) que se vinculan al PNTCB, es decir, el PNTCB es la base fundamental a todos los desafíos que enfrentamos y buscan una amplia gama de conocimientos sin fines de aplicación inmediata, que sin embargo, nos llevaran a aplicaciones tecnológicas que sustentará el crecimiento del Perú.



Figura 9. Resultados esperados del Programa Nacional Transversal de Ciencias Básicas.

El éxito de este PNTCB será obtenido a través de la ejecución de todas las actividades necesarias para producir los componentes descritos en la sección anterior, y además de identificar y hacer seguimiento a aquellos factores externos que deben ocurrir para que el PNTCB cumpla su objetivo. Adicionalmente, los riesgos que puedan hacer el fracaso del mismo. Tales temas son contemplados en la matriz del marco lógico de este PNTCB, Tabla 5.

Tabla 5. Matriz del marco lógico para la alternativa seleccionada.

Estrategia de Intervención	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos / Supuestos
FIN: Incrementar las capacidades para el desarrollo de la investigación científica en ciencias básicas en el país	Tasa de crecimiento de la actividad científica en ciencias básicas medidas a través del SCOPUS* e ISI WEB SCIENCE*	Reportes anuales de SCOPUS y del ISI WEB SCIENCE	El estado incrementa su apoyo a las actividades de I+D
Propósito: Fortalecimiento del sistema de investigación en ciencias básicas capaz de afrontar desafíos nacionales y generar conocimiento de frontera	Aporte en las actividades de desarrollo tecnológico relacionados a los desafíos nacionales y generación de conocimientos de frontera	Informe anual de parte de unidad de seguimiento del CONCYTEC	La comunidad científica incrementa sus actividades de investigación al nivel esperado
Componentes 1. Articulación del sistema en ciencias básicas	1. Número de proyectos de investigación en colaboración entre las diversas instituciones de investigación (pública y privada) 2. Número de proyectos de investigación orientados a los desafíos nacionales y al conocimiento de frontera 3. Directivas y/o normas orientadas a facilitar las actividades de investigación básica en el país 4. Número de convenios internacionales	1. Reporte anual del FONDECYT 2. Reporte anual de las publicaciones de directivas externas del CONCYTEC 3. Reporte anual de las publicaciones de convenios internacionales del CONCYTEC	El CONCYTEC ejerce su actividad de ente rector en el SINACYT
2. Incrementar los resultados de investigación científica en ciencias básicas	1. Número de artículos científicos publicados en revistas indizadas internacionales en CB 2. Número de publicaciones en revistas con alto factor de impacto científico 3. Número de participaciones en congresos internacionales de investigadores peruanos 4. Número de proyectos de investigación en colaboración entre el sector académico/investigación con los sectores social/industria/empresa	1. SCOPUS, ISI WEB SCIENCE y SCIELO 2. Reporte anual de las subvenciones para participación en congresos internacionales 3. Reporte de FONDECYT	Investigadores peruanos reconocidos a nivel internacional Las empresas nacionales e internacionales invierten en I+D
3. Incrementar el número de investigadores altamente calificados en ciencias básicas	1. Número de investigadores en ciencias básicas activos en el cuerpo nacional de investigadores 2. Número de doctores graduados en ciencias básicas 3. Número de grupos de investigación en ciencias básicas	1. Registro nacional de investigadores 2. Registro de las universidades / SUNEDU de doctores subvencionados 3. Registro de grupos de investigación de las universidades	El gobierno peruano no aprueba la ley del cuerpo nacional de investigadores
4. Consolidados Laboratorios y/o centros de investigación en CB	1. Número de equipamiento con alta tecnología adquirido y en funcionamiento en las instituciones de investigación 2. Número de laboratorios o centros de investigación en ciencias básicas	1. Registros de centros/laboratorios de investigación en ciencias básicas de CONCYTEC	Centros de investigación de excelencia que atraen investigadores nacionales e internacionales para desarrollar investigación de frontera

*Bases bibliométricas de las actividades científicas a nivel internacional

Las siguientes tablas detallan las actividades que se realizarán por cada componente y subcomponente.

Tabla 6. Actividades por el componente 1 y sus subcomponentes.

Componente	Subcomponente	Objetivo	Actividades
1. Articulación del sistema en ciencias básicas	Organización, coordinación y vinculación entre las instituciones que realizan investigación en ciencias básicas	Las investigaciones en ciencias básicas deben ser coordinadas entre las instituciones	Reuniones de coordinación entre las universidades, institutos de investigación y la industria/empresa. Esto debe resultar en el fortalecimiento de los grupos de investigación disciplinarios y multidisciplinarios.
	Mejoramiento de las capacidades de planeamiento de investigación en ciencias básicas al servicio del desarrollo nacional	Realizar investigación al servicio del desarrollo nacional	Pasantías de investigadores en centros de excelencia a fin de realizar colaboraciones en proyectos de investigación que busquen aplicaciones tecnológicas. Monitoreo nacional e internacional para la captación de personal científico altamente calificado.
	Normas para el quehacer científico en ciencias básicas	Normas o directivas que permitan dinamizar el quehacer científico en el país	Crear comités éticos y normativos en por lo menos las cuatro áreas del PNTCB que determinen junto a CONCYTEC las acciones de normatividad en el quehacer científico del PNTCB.
	Fortalecimiento de la transferencia y difusión científica de actividades de investigación en ciencias básicas	Difundir los conocimientos y/o técnicas científicas para el desarrollo de una sociedad del conocimiento al sector industrial	Eventos de difusión de actividades científicas a las industrias.
	Fortalecimiento de la cooperación internacional científica en investigación en ciencias básicas	Establecer colaboraciones que responda a las necesidades primarias del país y a la investigación de frontera	Colaboraciones o convenios con instituciones o centros de investigación extranjeras de excelencia.
	Actividades de coordinación para la adquisición de información y monitoreo de actividades en ciencias básicas	Evaluar las actividades de las subvenciones que otorgara el PNTCB	Evaluar anualmente los reportes de las unidades de seguimiento de FONDECYT y CONCYTEC.

Tabla 7. Actividades por el componente 2 y sus subcomponentes.

Componente	Subcomponente	Objetivo	Actividades
2. Incrementar los resultados de investigación científica en ciencias básicas	Investigación vinculada a los desafíos nacionales y al conocimiento científico de frontera	Hacer investigación vinculada a la realidad nacional e investigación de frontera	Subvencionar los siguientes tipos de proyectos: A – Proyectos de investigación semilla B- Proyecto de investigación C – Proyecto de investigación multidisciplinarios Tales proyectos de investigación serán en las áreas temáticas priorizadas en este PNTCB
	Promoción de la investigación de frontera en ciencias básicas	Incrementar los incentivos para este tipo de investigación Proyectos en las fronteras del conocimiento de CB	Subvencionar proyectos de investigación de excelencia en las fronteras del conocimiento
	Servicios de investigación/asesoría para los sectores social/industria/empresa	Establecer vínculos reales entre el sector académico y productivo	Proyectos de transferencia de conocimientos Proyectos de extensión científica

Tabla 8. Actividades por el componente 3 y sus subcomponentes.

Componente	Subcomponente	Objetivo	Actividades
3. Incrementar el número de investigadores altamente calificados en ciencias básicas	Mejorar los incentivos para la atracción y retención de investigadores altamente calificados en ciencias básicas	Valorizar la carrera de la investigación científica de excelencia	Cuerpo nacional de investigadores del Perú
	Incrementar el número de programas de posgrado en ciencias básicas	Incrementar la masa crítica de investigadores de excelencia en el país	Fortalecimiento o creación de los programas de maestría en ciencias básicas Fortalecimiento o creación de los programas de doctorado en ciencias básicas Otorgar becas de doctorado en universidades extranjeras de excelencia
	Becas para la formación profesional en ciencias básicas	Incrementar el número de graduados en las áreas del PNTCB con vocación científica	Otorgar becas a alumnos que tengan completado 60 % de su formación profesional con excelente rendimiento académico

Tabla 9. Actividades por el componente 4 y sus subcomponentes.

Componente	Subcomponente	Objetivo	Actividades
4. Consolidados laboratorios y/o centros de investigación en CB	Incremento de la infraestructura y equipamiento para ciencias básicas	Dotar a los centros/laboratorios de investigación de equipamientos e infraestructura que les permita incrementar su producción científica de calidad	Subvencionar los siguientes tipos de adquisición: A – Equipos de pequeño porte (hasta 200 mil nuevos soles) B – Equipos de mediano porte (200 - 400 mil nuevos soles) C – Equipos multi-usuarios (400 mil - 1.5 millón nuevos soles)
	Fortalecimiento de laboratorios o centros de investigación en ciencias básicas a través de colaboraciones internacionales	Capacitar al personal de investigación de los centros/laboratorios en nuevas técnicas	Otorgar becas para la capacitación en técnicas o medidas de alta complejidad en instituciones de excelencia en el exterior

7. Financiamiento

La implementación del PNTCB es responsabilidad del CONCYTEC y de su brazo ejecutor, el FONDECYT, además de las acciones que tomaran las instituciones privadas y del gobierno que se dedican al quehacer de investigación científica en las áreas del programa. La Tabla 10 describe cada una de las actividades y sus metas a ser financiadas por el PNTCB.

Tabla 10. Financiamiento del PNTCB.

Componentes/Subcomponentes/actividades	Meta Total	2016	S/.	2017	S/.	2018	S/.	2019	S/.	2020	S/.	2021	S/.	Subtotal (S/.)
1. Articulación del sistema en ciencias básicas														
1.1 Organización, coordinación y vinculación entre las instituciones que realizan investigación en ciencias básicas														
1.1.1 Reuniones de coordinación entre las universidades, institutos de investigación y la industria/empresa	18	2	12000	2	12000	3	21000	3	21000	4	32000	4	40000	138000
1.2 Mejoramiento de las capacidades de planeamiento de investigación en ciencias básicas al servicio del desarrollo nacional														
1.2.1 Pasantías de investigadores en centros de excelencia a fin de realizar colaboraciones en proyectos de investigación que busquen aplicaciones tecnológicas	63	4	136000	5	175000	10	450000	12	555000	14	647500	18	1026000	2989500
1.2.2 Monitoreo nacional e internacional para la captación de personal científico altamente calificado	12	2	3000	2	3000	2	4000	2	4000	2	4000	2	4000	22000
1.3 Normas para el quehacer científico en ciencias básicas														
1.3.1 Crear comités éticos y normativos en por lo menos tres áreas del PNCB que determinen junto a CONCYTEC las acciones de normatividad en el quehacer científico del PNCB	14	0	0	1	5000	2	15000	3	25500	4	38000	4	44000	127500
1.4 Fortalecimiento de la transferencia y difusión científica de actividades de investigación en ciencias básicas														
1.4.1 Eventos de difusión de actividades científicas a las industrias	20	2	20000	2	20000	4	48000	4	48000	4	48000	4	60000	244000
1.5 Fortalecimiento de la cooperación internacional científica en investigación en ciencias básicas														
1.5.1 Colaboraciones internacionales con instituciones de investigación de excelencia	14	1	17000	2	42000	2	59200	3	111000	3	133200	3	171000	533400
1.6 Actividades de coordinación para la adquisición de información y monitoreo de actividades en ciencias básicas														

1.6.1 Evaluar anualmente los reportes de las unidades de seguimiento de FONDECYT y CONCYTEC	9	0	0	1	3000	2	6000	2	6000	2	8000	2	8000	31000
2. Incrementar los resultados de investigación científica en ciencias básicas														
2.1 Investigación vinculada a los desafíos nacionales y al conocimiento científico de frontera														
2.1.1 A – Proyectos de investigación semilla en las áreas temáticas priorizadas en el PNTCB	82	4	800000	6	1320000	12	2640000	16	4000000	20	5000000	24	7200000	20960000
2.1.2 B - Proyecto de investigación en las áreas temáticas priorizadas en el PNTCB y; 2.1.3 C - Proyecto de investigación multidisciplinarios - en más de dos áreas temáticas priorizadas en el PNTCB	202	10	4000000	22	9240000	28	12320000	38	17100000	44	19800000	60	30000000	92460000
2.2 Promoción de la investigación de frontera en ciencias básicas														
2.2.1 Proyectos de investigación en las fronteras del conocimiento	14	0	0	1	5000000	2	13000000	3	19500000	4	28000000	4	28000000	93500000
2.3 Servicios de investigación/asesoría para los sectores social/industria/empresa														
2.3.1 Proyectos de transferencia de conocimientos	31	1	6000	2	14000	4	32000	6	54000	8	80000	10	110000	296000
2.3.2 Proyectos de extensión científica	31	1	6000	2	14000	4	32000	6	54000	8	80000	10	110000	296000
3. Incrementar el número de investigadores altamente calificados en ciencias básicas														
3.1 Mejorar los incentivos para la atracción y retención de investigadores altamente calificados en ciencias básicas														
3.1.1 Cuerpo nacional de investigadores del Perú														
Investigadores senior	13	1	1120000	2	2240000	2	2240000	2	2240000	2	2240000	4	4480000	14560000
Investigadores adjuntos	25	1	630000	2	1260000	2	1260000	4	2520000	6	3780000	10	6300000	15750000
Postdoctorados	146	6	1560000	10	2600000	18	4680000	28	7280000	40	10400000	44	11440000	37960000
3.2 Incrementar el número de programas de posgrado en ciencias básicas														

3.2.1 Fortalecimiento de los programas de maestría en ciencias básicas	6	1	3000000	1	3000000	1	4000000	1	4000000	1	4500000	1	5000000	23500000
3.2.2 Fortalecimiento de los programas de doctorado en ciencias básicas	6	1	12000000	1	12000000	1	14000000	1	14000000	1	16000000	1	18000000	86000000
3.2.3 Becas de Doctorado en el exterior	66	6	1728000	8	2304000	10	3120000	12	3744000	14	4368000	16	5376000	20640000
3.3 Becas para la formación profesional														
3.3.1 Otorgar becas para la obtención del grado académico de pregrado a alumnos con excelente rendimiento académico	215	15	126000	20	168000	30	288000	40	432000	50	600000	60	792000	2406000
4. Consolidados laboratorios y/o centros de investigación en CB														
4.1 Incremento de la infraestructura y equipamiento para ciencias básicas														
4.1.1 A – Equipos de pequeño porte (hasta 200 mil nuevos soles)	30	5	1000000	5	1000000	5	1000000	5	1250000	5	1250000	5	1250000	6750000
4.1.2 B – Equipos de mediano porte (200 - 400 mil nuevos soles)	28	5	2000000	5	2000000	5	2000000	5	2500000	4	2000000	4	2000000	12500000
4.1.3 C – Equipos multi-usuarios (400 mil - 1.5 millón nuevos soles)	13	0	0	2	3000000	2	3000000	2	3000000	3	4500000	4	6000000	19500000
4.2 Fortalecimiento de laboratorios o centros de investigación en ciencias básicas a través de colaboraciones internacionales														
4.2.1 Otorgar becas para la capacitación en técnicas o medidas de alta complejidad en instituciones de excelencia en el exterior	62	6	204000	6	210000	10	450000	10	450000	14	777000	16	888000	2979000
TOTAL			28368000		45630000		64665200		82894500		104285700		128299000	454142400

En la Tabla 11, se muestra el financiamiento por cada uno de los componentes del PNTCB.

Tabla 11. Financiamiento del PNTCB.

Componente	Total (S/.)
1. Articulación del sistema en ciencias básicas	4 085 400
2. Incrementar los resultados de investigación científica en ciencias básicas	207 512 000
3. Incrementar el número de investigadores altamente calificados en ciencias básicas	200 816 000
4. Consolidados laboratorios y/o centros de investigación en ciencias básicas	41 729 000
Costo total del financiamiento del PNTCB	454 142 400

La Figura 10 muestra la tendencia lineal del financiamiento del PNTCB en función de los años que durará este programa. El presupuesto se incrementa aproximadamente a cada año en S/. 21 000 000, es decir, esperamos obtener un crecimiento sostenido en las actividades de investigación que llevará al país a tener un verdadero sistema de investigación en ciencias básicas para que sea capaz de afrontar desafíos nacionales y generar conocimiento de frontera.

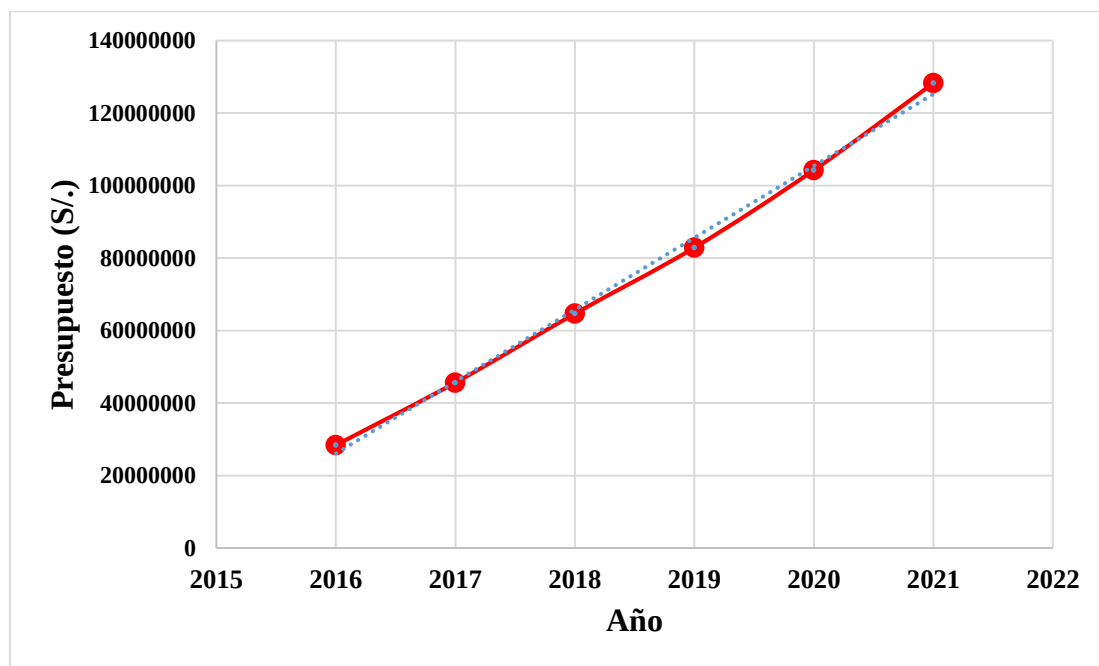


Figura 10. Financiamiento del PNTCB en función de los años del programa.

8. Compromisos Institucionales

El Programa Nacional Transversal de Ciencias Básicas, se formula bajo el compromiso de los actores vinculados a la temática para implementar acciones coherentes conducentes al logro de los objetivos y metas establecidas en este documento.

Luego de 3 talleres de trabajo por región y 3 talleres macroregionales, la comunidad científica peruana, ha expresado la voluntad de unir esfuerzos para el desarrollo del quehacer científico, académico, financieros y de gestión en el periodo establecido para la implementación del programa y el logro del mismo. Específicamente, el compromiso de

los actores está orientado a lo siguiente: Universidades Públicas y Privadas e Institutos de Investigación Pública: desarrollarán proyectos de investigación científica que afronten los desafíos nacionales y apoyar investigación en ciencias básicas en temas que se encuentran en la frontera de la ciencia los cuales podrían no encajar, de manera evidente, en alguno de los desafíos antes descritos. Todo esto con la finalidad de consolidar la sociedad del conocimiento la cual será factor clave para el desarrollo sustentado del país. También, desarrollarán en conjunto proyectos temáticos y multidisciplinarios que contribuirán con el conocimiento de frontera, posicionándonos a nivel internacional como un país que domina el conocimiento.

Asimismo, las universidades desarrollarán programas específicos de formación de capacidades a nivel de pre y posgrado con la finalidad de incrementar la masa crítica de investigadores altamente calificados cerrando brechas que nos darán nuevas oportunidades para el desarrollo del país.

Las instituciones de investigación desarrollarán proyectos de investigación con las empresas, a fin de ejecutar proyectos de investigación que doten de capacidades tecnológicas, las cuales dotarán a las empresas/industrias de nuevas herramientas tecnológicas que incrementarán y diversificarán su producción. Además se desarrollarán proyectos de extensión y transferencia que visibilicen los nuevos descubrimientos a la sociedad e industria.

Los respectivos sectores que participaron en la formulación del Programa, se encargarán de vincularse con el sector académico y divulgar los conocimientos, avances y tecnologías generadas para desarrollar nuevas aplicaciones en innovaciones tecnológicas competitivas, marcando así un nuevo rumbo en el desarrollo de la nación.

CONCYTEC realizará sus esfuerzos como institución rectora del SINACYT con el fin de alcanzar un *sistema de investigación en ciencias básicas capaz de afrontar desafíos nacionales y generar conocimiento de frontera en las áreas priorizadas por el PNTCB.*

De esta manera la Dirección general de seguimiento y evaluación del CONCYTEC y FONDECYT serán los encargados de realizar el monitoreo de las acciones y los indicadores establecidos en el Programa.

9. Referencias

- [1] “Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica para la Competitividad y el Desarrollo Humano 2006-2021”, CONCYTEC (2006).
http://portal.concytec.gob.pe/images/stories/images2012/portal/areas-institucion/pyp/plan_nac_ctei/plan_nac_ctei_2006_2021.pdf
- [2] “Doctorados: Garantías para el Desarrollo Sostenible del Perú”, Documento de CONCYTEC;
<http://portal.concytec.gob.pe/index.php/publicaciones/documentos-de-trabajo/item/45-doctorados-garantia-para-el-desarrollo-sostenible-del-peru>
- [3] Centro Nacional de Planeamiento estratégico: Concejo Nacional de la Competitividad (2014), Agenda de Competitividad 2014-2018, Rumbo al Bicentenario.
- [4] MINCETUR (2015), Plan Estratégico Nacional Exportador: PENX 2025.
- [5] Ministerio de la Producción: Artículos diversos; Diversificación Productiva, Desarrollo económico made in Perú, Encrucijadas y paradojas, La hora de la innovación, La oportunidad de la diversificación productiva, Mirando el largo plazo.
- [6] Documento de CONCYTEC: “Crear para Crecer”;
http://portal.concytec.gob.pe/images/stories/images2014/mayo/crear_crecer/estrategias_crear_crecer_ultima_version_28-5-2014.pdf
- [7] Los programas Nacionales del COLCIENCIA – Colombia;
http://www.colciencias.gov.co/programas_estrategias
- [8] Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de la National Science Foundation (NSF) – Estados Unidos;
<http://www.nsf.gov/>
- [9] Programa Nacional del Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) – Brasil;
<http://www.cnpq.br/>
- [10] Naciones Unidas: Objetivos y Metas del Milenio:
<http://www.un.org/es/millenniumgoals/>
- [11] <http://www.bancomundial.org/>
- [12] <http://www.mef.gob.pe/>
- [13] Oficina internacional del BMBF en el Centro aeroespacial alemán (Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.) Heinrich-Konen-Str. 1- Documento: “Mapa de Investigación – Perú”;
<http://www.kooperation-international.de/>
- [14] “Fundamentos de Biología Molecular”, Dorcas J. Orengo Ferriz, Ed. UOC 2013.
- [15] “Introducción a la Biología Celular”, Bruce Alberts, Dennis Bray, Karen Hopkin, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter, Ed. Medica panamericana 2006.
- [16] “Biología y botánica, Vol. 2”, Pilar Santamarina Siurana, Francisco José García Breijo, Josefa Roselló Caselles, Universidad Politécnica de Valencia, 1997.
- [17] “Ecología”, H. Sanchez F., F. G. Sanchez, M.A.C. Vásquez, Ed. Umbral 2005 México.
- [18] “Genética, un enfoque conceptual”, B. A. Pierce, Ed. Medica panamericana 2009.
- [19] “Microbiology”, Pearls of Wisdom, S. James Booth, Boston Medical Publishing Corp. 2000.
- [20] “Basic Immunology”, A. K. Abbas, A. H. Litchman. S. Pillai, Elsevier 2015.
- [21] “Microbiología y Parasitología Humana”, R. C. Raúl, Ed. Medica panamericana 2007.
- [22] “Modern text book of Zoology Invertebrates”, R.L. Kotpal, New Delhi Office 2009.
- [23] “Astrophysics, a new approach”, W. Kundt, Springer 2005.

-
- [24] "Computational physics", J.M. Thijssen, Cambridge University 1999.
- [25] "Principles of condensed matter physics", P.M. Chaikin, T.C. Lubensky, Cambridge University 2000.
- [26] "An Introduction to Nuclear Physics", W.N. Cottingham, D.A. Greenwood, Cambridge University 2001.
- [27] "Radiation Protection in Medical Physics", Y. Lemoigne and A. Caner, NATO Springer 2009.
- [28] "Fundamentals of Geophysics", W. Lowrie, Cambridge University 2007.
- [29] "Solid State Physics, Introduction to the theory", J. D. Patterson, Bernard C. Baily, Springer 2007.
- [30] "Introduction to Computational Science", A.B. Shiflet and G.B. Shiflet, Princeton University and Oxford 2014.
- [31] "Introduction Statistics", Sheldon M. Ross, Elsevier 2010.
- [32] "La Investigación Operativa", A. S. Viejo, UPCO – Madrid 1996.
- [33] "Current and Future Directions in Applied Mathematics", M. Alber, B. Hu, J. Rosenthal, Birkhauser 1197.
- [34] "Environmental Chemistry, Green Chemistry and Pollutants in Ecosystems", E. Lichtfouse, J. Schwarzbauer, D. Robert, Springer 2005.
- [35] "Physical Chemistry", Peter Atkins and Julio de Paula, Atkins, 8th edn W.H. Freeman 2006.
- [36] "Introducción al Estudio de los Productos Naturales", Gros G, Eduardo; Pomilio, Alicia; Seldes, Alicia; Burton, Gerardo, 1ª ed. Organización de Estados Americanos: Washington D.C., Estados Unidos. 1985.
- [37] "Organic Chemistry", J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, Oxford 2001.
- [38] "Inorganic Chemistry", T.W. Swaddle, Academix Press 1997.
- [39] "Material Chemistry", B. D. Fahlman, Springer 2011.
- [40] "Physical Chemistry", R. G. Mortimer, Academic Press and Elsevier 2008.