



agenda: PERU

El Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú:

Antecedentes, situación y perspectivas

Francisco Sagasti

(con la colaboración de Juana Kuramoto y la asistencia de Mario Bazán)

Versión Revisada

(Lima, 5 de marzo del 2003)

TABLA DE CONTENIDOS

1.	Introducción.....	3
2.	El contexto del Sistema de Innovación Tecnológica.....	4
3.	Antecedentes del Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú	6
4.	Los componentes y el funcionamiento de un Sistema de Innovación Tecnológica	8
5.	Caracterización de lo inexistente: El Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú .	10
6.	Opciones estratégicas para avanzar hacia un Sistema de Innovación Tecnológica	14
7.	Comentarios finales	20
	ANEXO A	21
	ANEXO B	24
	ANEXO C	27
	ANEXO D	33
	ANEXO E	47
	ANEXO F.....	52
	Bibliografía.....	66

El Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú:

Breve apreciación sobre sus antecedentes, situación y perspectivas

Lima, Febrero del 2003

1. Introducción

El presente informe presenta una apreciación de conjunto sobre el Sistema de Innovación Tecnológica (SIT) en el Perú.¹ Ha sido elaborado por Francisco Sagasti y Juana Kuramoto en el marco de las actividades preparatorias para un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo al gobierno peruano, y durante un período muy limitado de tiempo a lo largo de dos meses y medio. Este informe complementa otros trabajos presentados por el equipo de consultores externos y nacionales, y en particular el informe de Mullin Consulting Ltd.

El informe consta de dos partes. La primera contiene un breve resumen de las principales ideas que surgieron durante la realización del trabajo y ha sido preparado por Francisco Sagasti. La segunda parte consiste de seis anexos que profundizan en los temas tratados en la primera y varios de ellos han sido preparados por Juana Kuramoto. Luego de esta introducción, la segunda sección presenta una somera descripción del contexto macroeconómico al iniciarse el año 2003, la tercera describe los esfuerzos de cuatro decenios por crear capacidades de innovación en nuestro país, mientras que la cuarta resume las principales características de los sistemas de innovación tecnológica en general y en los países en desarrollo. La quinta sección ofrece una somera caracterización de la situación actual de los principales componentes del SIT en el Perú, destacando que tal sistema no existe en la actualidad y que se requiere un gran esfuerzo sostenido a lo largo de varios años para crear y consolidar los elementos constituyentes del SIT. Las dos últimas secciones ofrecen algunas ideas sobre opciones estratégicas para construir un Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú y presentan recomendaciones a las autoridades del gobierno peruano.

Queremos dejar constancia del apoyo recibido en todo momento del Equipo de Coordinación BID-CONCYTEC a cargo de los trabajos preparatorios para el préstamo, y en particular del Ing. Alejandro Seminario y del Ing. Javier Verástegui. Asimismo, agradecemos el interés demostrado por las autoridades del CONCYTEC, especialmente por su presidente el Dr. Benjamín Marticorena. Agradecemos también las oportunidades que tuvimos de intercambiar ideas con los consultores externos y nacionales, y en particular con los Drs. James Mullin, Carlos Abeledo, Mario Waissbluth y Luis Javier Jaramillo. Las apreciaciones contenidas en este informe son de responsabilidad exclusiva del autor.

¹ Algunos autores utilizan “Sistema Nacional de Innovación” en vez de “Sistema de Innovación Tecnológica”, términos que consideramos sinónimos para los fines del presente trabajo.

2. El contexto del Sistema de Innovación Tecnológica

Al iniciarse el 2003 el Perú se encuentra en un proceso de recuperación de la recesión económica que caracterizó a los últimos años del decenio pasado. A partir del tercer trimestre del 2001 la economía peruana ha mostrado signos claros de crecimiento, principalmente en los sectores de construcción, minería y comercio (Figura 1 del Anexo A). De esta manera, a pesar del desfavorable contexto regional, la economía peruana logró crecer a 3.7% en el año 2002. Durante este período, el crecimiento de la inversión pública y la flexibilización de la política monetaria buscaron promover mejores condiciones para la inversión privada, la cual se incrementó en el tercer trimestre del 2002, luego de varios trimestres de caer en un 5% en promedio (Figura 2). Otros indicadores macroeconómicos —el crecimiento de las reservas internacionales, las importaciones de bienes de consumo y la recuperación de niveles de crédito interno al sector privado (Figuras 3 a 5)— refuerzan la idea de que se ha iniciado un proceso de crecimiento económico, aunque persistan dudas sobre su sostenibilidad en el mediano plazo.

El principal factor de incertidumbre se refiere a la evolución del déficit fiscal durante los próximos años. En 2001 y 2002 el déficit se logró financiar con recursos provenientes de los mercados internacionales y préstamos los bancos multilaterales. Tal como lo indica la Ley de Presupuesto General de la República, esta estrategia se repetirá en el año 2003. A pesar del riesgo que involucra sustentar el gasto público en niveles crecientes de endeudamiento externo, aún no se han puesto en prácticas medidas para modificar de manera significativa el sistema tributario, reformar la estructura presupuestal o mejorar la eficiencia del gasto. De esta forma, la rigidez del gasto público, unida a las presiones de diversas instituciones para aumentar el presupuesto (en particular los nuevos gobiernos regionales) configura un escenario fiscal poco favorable en el futuro inmediato.

Por otra parte, hace falta mayor claridad acerca de la dirección y el rumbo que el país seguirá en los próximos años en los ámbitos económico y productivo —y sobre todo en los ámbitos de la educación, la ciencia y la tecnología. Pese a los esfuerzos realizados durante la primera mitad del 2002 para negociar y aprobar las 30 “Políticas de Estado” que constituyen el Acuerdo Nacional con un horizonte temporal de 20 años, aún no se ha logrado transformar a estas Políticas de Estado en estrategias y medidas operativas que cuenten con el apoyo de todas las fuerzas políticas. El Congreso, las autoridades del Poder Ejecutivo, los gobiernos regionales y los representantes de los más importantes partidos están dando señales ambiguas y confusas a los agentes económicos. Por ejemplo, el pedido de revisión de contratos de estabilidad de inversión, la postergación de las concesiones de servicios públicos, las iniciativas del Congreso en materia laboral, las marchas y contramarchas en los procesos de privatización, y el retraso de urgentes reformas en sectores claves como educación y agricultura, han contribuido a sembrar dudas sobre el rumbo del país, y han puesto de manifiesto el papel que juegan las presiones políticas y sociales en el diseño y ejecución de las políticas públicas. A esto se unen los problemas que enfrenta el Poder Judicial y el proceso de reforma de la Constitución de 1993 que viene realizando el Congreso de la República, los cuales agudizan la percepción de incertidumbre.

Este contexto tiene consecuencias importantes para los esfuerzos de crear un Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú. En primer lugar, con excepción del préstamo que se está negociando con el BID en la actualidad, no es posible esperar un compromiso gubernamental para aumentar en forma significativa y sostenida los recursos presupuestales asignados para ciencia y tecnología durante los próximos años. Las dificultades fiscales, la

RECUADRO 1

Vigésima política de Estado: Desarrollo de la ciencia y la tecnología

Nos comprometemos a fortalecer la capacidad del país para generar y utilizar conocimientos científicos y tecnológicos, para desarrollar los recursos humanos y para mejorar la gestión de los recursos naturales y la competitividad de las empresas. De igual manera, nos comprometemos a incrementar las actividades de investigación y el control de los resultados obtenidos, evaluándolos debida y puntualmente. Nos comprometemos también a asignar mayores recursos financieros mediante concursos públicos de méritos que conduzcan a la selección de los mejores investigadores y proyectos, así como a proteger la propiedad intelectual.

Con este objetivo el Estado: (a) asignará mayores recursos, aplicará normas tributarias y fomentará otras modalidades de financiamiento destinado a la formación de capacidades humanas, la investigación científica, la mejora de la infraestructura de investigación y la innovación tecnológica; (b) creará mecanismos que eleven el nivel de la investigación científica y el desarrollo tecnológico de las universidades, los institutos de investigación y las empresas; (c) procurará la formación de recursos humanos altamente calificados en los sectores productivos más promisorios para la economía nacional; (d) desarrollará programas nacionales y regionales de impacto productivo, social y ambiental; y (e) promoverá en toda la población, particularmente en la juventud y la niñez, la creatividad, el método experimental, el razonamiento crítico y lógico así como el afecto por la naturaleza y la sociedad mediante los medios de comunicación.

Fuente: Secretaría Técnica del Acuerdo Nacional, Presidencia del Consejo de Ministros

rigidez del presupuesto público y la relativa falta de interés en los temas de desarrollo científico e innovación tecnológica no permiten visualizar un gran aumento de la inversión pública en ciencia, tecnología e innovación.

En segundo lugar, pese a la existencia del Acuerdo Nacional, las autoridades gubernamentales no han logrado transformar a las políticas de Estado —una de las cuales se refiere específicamente a ciencia y tecnología (véase Recuadro 1)— en compromisos políticos efectivos y ampliamente compartidos. De esta forma no es probable, al menos durante los próximos cuatro años, que el gobierno ubique a la ciencia y la tecnología en el lugar preferencial que merecen en el contexto internacional caracterizado por la transición hacia la “sociedad del conocimiento”. Esta apreciación se ve reforzada por el hecho de que vigésima política de Estado, que trata el tema de ciencia y tecnología, sea una de las políticas de estado que aún no cuentan con una matriz de objetivos, metas, líneas de acción, e indicadores de desempeño. Sin embargo, la reciente preocupación gubernamental por mejorar la competitividad del sector productivo peruano podría hacer que se preste mayor atención al diseño de políticas para promover la innovación.²

En forma adicional, el Perú cuenta con un número muy limitado de especialistas en los temas de política científica y tecnológica, sistemas de innovación, gestión tecnológica y campos afines. Si bien existe un buen número de profesionales con experiencia en estos temas, adquirida en su mayoría durante los últimos tres decenios, prácticamente ninguno de ellos ha recibido formación de postgrado en especialidades vinculadas al diseño y ejecución de programas para crear y consolidar un Sistema de Innovación Tecnológica. Esto es muy importante, ya que las ideas sobre este tema han evolucionado muy rápidamente durante el último decenio.

Por lo tanto, los esfuerzos por establecer un Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú enfrentarán limitaciones que surgen de la estrechez financiera, de la poca atención que le

² El gobierno viene negociando con el Banco Interamericano de Desarrollo un préstamo de apoyo a la balanza de pagos de aproximadamente \$300 millones con una matriz de políticas vinculada a la mejora de la competitividad.

prestan las autoridades gubernamentales al tema de ciencia y tecnología, y de la escasez de recursos humanos altamente calificados en el campo de la política científica y tecnológica. Esto obliga a evaluar cuidadosamente las opciones estratégicas para el uso de los recursos provenientes del préstamo del BID para promover el desarrollo científico y tecnológico en el Perú.

3. Antecedentes del Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú³

Si bien existieron actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico en el Perú desde la época colonial y durante el primer siglo y medio de vida republicana, los esfuerzos sistemáticos para promover el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas datan de fines del decenio de 1960, cuando se creó el Consejo Nacional de Investigación que se convirtió en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en 1980. El primer inventario de actividades científicas y tecnológicas se realizó en 1968-1969 con el apoyo del Departamento de Asuntos Científicos de la Organización de Estados Americanos, y se basó en un enfoque de sistemas. Sin embargo, la visión que se tenía en el decenio de 1970 acerca de lo que debería ser el “Sistema Científico y Tecnológico Nacional” fue muy rígida y legalista, asociada con la política estatista del gobierno militar y con una gran desconfianza acerca del papel que juega el sector privado en el desarrollo nacional.

Los esfuerzos realizados durante el decenio de 1970 llevaron al establecimiento de una serie de instituciones públicas de investigación tecnológica en sectores tales como industria, minería, telecomunicaciones y pesca, además de las ya existentes en el campo agropecuario, algunas de las cuales lograron promover proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Los estimados de recursos asignados a ciencia y tecnología indican que el total en este rubro aumentó de unos US \$30 millones en 1970 a US \$120 en 1980, y el número de proyectos de investigación se incrementó considerablemente. La mayoría de estos recursos fueron proporcionados por contribuciones de las empresas (públicas y privadas) mediante una deducción de un pequeño porcentaje de su renta neta (alrededor del 1.5-2.0%) y por el presupuesto nacional. Los proyectos de investigación financiados de esta manera fueron ejecutados por empresas privadas, institutos tecnológicos estatales, y por universidades de Lima Metropolitana y el interior del país.

Durante el decenio de 1980 el Perú experimentó varias crisis que afectaron significativamente a las actividades científicas y tecnológicas. Hacia 1985 el monto dedicado a ciencia y tecnología se había reducido prácticamente a la mitad, en gran medida por la crisis económica asociada con el severo fenómeno del El Niño de 1982-1983 y con el terrorismo de Sendero Luminoso y el Movimiento Revolucionario Túpac Amaru. La crisis se acentuó durante 1985-1990, período en el cual la hiperinflación, la recesión, la crisis de la deuda externa, el descalabro fiscal, el aislamiento financiero y una política económica errática, redujeron el gasto en ciencia y tecnología a unos US \$30 millones en 1990, es decir el mismo nivel que tenían veinte años antes. Esto tuvo un impacto nefasto sobre las instituciones científicas y tecnológicas, ya que a la drástica disminución de recursos se unió la emigración masiva de personal altamente calificado.

Esta situación no se revirtió, y en algunos casos empeoró, durante el decenio de 1990. El abandono de la ciencia y la tecnología durante este período puede ejemplificarse con la

³ Véase el anexo B de este trabajo.

decisión gubernamental de dismantelar el sistema de estaciones experimentales del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, varias de las cuales fueron entregadas a empresarios privados o a asociaciones de empresarios sin compensación ni exigencia alguna. La apertura comercial indiscriminada y sin reciprocidad, unida a un desorden en el diseño y ejecución de políticas comerciales y tributarias, llevó a la desaparición de muchas empresas industriales que habían acumulado un mínimo de capacidades tecnológicas a lo largo del tiempo. La falta de apoyo casi total a los sectores productivos nacionales condujo a una progresiva pérdida de competitividad, lo que puso a muchos sectores en desventaja frente a las empresas de países con los cuales se firmaron convenios bilaterales de apertura comercial. Las dificultades que experimentó el sistema financiero durante los noventa encarecieron el crédito para el sector productivo, y esto hizo más difícil realizar inversiones para reemplazar equipo y maquinaria.

La principal excepción a esta tendencia fueron las grandes empresas en el sector minero, telecomunicaciones y energía, en su mayoría extranjeras, cuya escala de producción y acceso al financiamiento externo, complementados con un tratamiento tributario y legal favorable, les permitieron competir exitosamente en los mercados internacionales y nacionales. El espacio que dejó la desaparición o reducción de las actividades manufactureras de empresas peruanas fue llenado con importaciones, una buena proporción de ellas provenientes de los países asiáticos, y con el dinamismo que experimentaron muchas medianas y pequeñas empresas nacionales, muchas de ellas con algunos rasgos de informalidad. En algunos casos se crearon incipientes aglomeraciones (*clusters*) de pequeñas y medianas empresas, que se apoyaron mutuamente para introducir innovaciones menores pero significativas que, unidas al bajo costo de la mano de obra, les permitieron competir en exterior en forma modesta y, en pocos casos, exitosa. Esto se dio en sectores tales como productos agroindustriales (espárragos, frutas), equipo metal-mecánico, confecciones, productos de madera y manufacturas del cuero. Sin embargo, pese a algunos intentos gubernamentales de prestar apoyo a dichas empresas, el decenio de 1990 se caracterizó por el estancamiento, y en muchos casos por la pérdida, de capacidades tecnológicas en los sectores productivos.

Paralelamente a esta progresiva reducción de la escala de las actividades de ciencia y tecnología se produjo una expansión masiva del sistema universitario, lo que llevó a un deterioro generalizado de la calidad de la educación superior en el Perú (con algunas pocas y honrosas excepciones). El crecimiento desmedido en el número de universidades, unido al estancamiento de los recursos financieros de las universidades públicas, hicieron muy difícil mantener el nivel académico de las instituciones estatales de educación superior. Para complicar más la situación, esto fue acompañado de la creación de un gran número de “universidades” privadas que no reunían los requisitos mínimos de calidad educativa.

Asimismo, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología perdió recursos, atribuciones y jerarquía, ya que de estar ubicado en la Presidencia del Consejo de Ministros pasó a formar parte del conjunto de instituciones asociadas al Ministerio de Educación. Esto ha hecho más difícil que desempeñe en forma adecuada el papel intersectorial que debe jugar la organización rectora de la política científica y tecnológica.

De esta manera, la inercia de varios decenios de indiferencia gubernamental, de escaso interés por parte del sector privado y de serias limitaciones de recursos humanos, constituye una herencia difícil remontar al iniciarse el siglo 21. Sin una comprensión clara y adecuada de la crítica situación existente por parte de las autoridades gubernamentales en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación —unida a una toma de conciencia acerca de las

exigencias que plantea el advenimiento de la sociedad del conocimiento— será imposible movilizar el compromiso político y social necesario para apoyar la creación y consolidación de un Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú, o al menos de sistemas sectoriales de innovación.

4. Los componentes y el funcionamiento de un Sistema de Innovación Tecnológica⁴

El concepto de “Sistema de Innovación Tecnológica” (SIT) se refiere al conjunto de entidades privadas, públicas y de la sociedad civil involucradas en la creación, difusión y utilización del conocimiento. Un sistema de innovación tecnológica incluye los siguientes elementos:

- (a) *organizaciones generadoras de conocimiento* en el sistema educativo y de capacitación, así como aquellas dedicadas específicamente a la investigación científica y tecnológica;
- (b) *empresas productivas y de servicios que realizan innovaciones* incorporando tecnología y conocimiento en sus actividades, sea ya en forma individual o operando de manera conjunta en redes;
- (c) *organizaciones y entidades públicas, privadas o de la sociedad civil que prestan servicios* (información, normas, asistencia técnica, gestión tecnológica, asesoría financiera) a las unidades productivas y de servicios que realizan innovaciones;
- (d) *instituciones y agencias públicas que establecen políticas* en el campo de la macroeconomía, los sectores productivos y sociales, la ciencia y tecnología, y el marco de regulación, todas las cuales condicionan y afectan el proceso de innovación;
- (e) *entidades que proporcionan la infraestructura física* (transportes, telecomunicaciones, energía, agua y saneamiento) que constituye el soporte material para la innovación que realizan las unidades productivas y de servicios;
- (f) *entidades que ayudan a crear un ambiente favorable para la ciencia, la tecnología y la innovación*, realizando actividades tales como: proporcionar acceso al acervo mundial de conocimientos, promover y difundir la ciencia, y fomentar la toma de decisiones basadas en evidencias empíricas, así como medidas para garantizar la transparencia en el ejercicio de las funciones públicas y la actividad privada, y las prácticas democráticas.

Para que exista un SIT que funcione adecuadamente es necesario contar con una masa crítica mínima, tanto en cantidad como en calidad, de cada uno de estos tipos de instituciones, así como con un conjunto de interacciones activas y dinámicas entre ellas. Esto puede darse en el ámbito nacional—lo que generalmente se denomina “Sistema de Innovación Tecnológica”—, o en un determinado sector o área problema —lo que da origen a los “Sistemas Sectoriales de Innovación”. La creación y consolidación de un SIT en la escala nacional es un proceso largo y difícil, que toma por lo menos tres o cuatro decenios de esfuerzos continuos. Por esta razón, la creación de SITs en sectores y áreas problema puede ser vista como una etapa intermedia en el camino hacia la consolidación de un SIT nacional. Sin embargo, esto requiere de decisiones acerca de prioridades, que inevitablemente llevan a postergar a las actividades y sectores no prioritarios. A su vez, esto genera presiones políticas y de grupos de interés, que frecuentemente llevan a intentos de construir un SIT

⁴ Véase el anexo C de este trabajo.

abarcando la totalidad de sectores productivos y sociales, con la consecuente dispersión de esfuerzos, o a privilegiar sólo uno de sus componentes (por ejemplo, la investigación científica o el apoyo a la innovación en las empresas), lo hace imposible crear un SIT nacional o SITs sectoriales.

Al examinar los sistemas de innovación en los países en desarrollo es necesario tomar en cuenta varios aspectos adicionales a los que se consideran en los países industrializados. En primer lugar, la existencia de un importante, aunque muchas veces soslayado, acervo de conocimiento tradicional que convive con el conocimiento moderno. El conocimiento tradicional, al igual que el conocimiento científico, nace de la búsqueda de soluciones a problemas concretos a través de procesos de prueba, error y aprendizaje. Sin embargo, la diferencia estriba en que no se genera mediante un proceso riguroso de formulación de hipótesis, corroboración experimental y codificación de resultados, por lo que es difícil transmitirlo y difundirlo. Debido a un sesgo hacia la modernidad, los SIT en países en desarrollo no suelen darle un uso adecuado del acervo de conocimiento y tecnología tradicional con que cuentan. Por lo tanto, es importante evaluar y recuperar de manera selectiva el conocimiento tradicional, especialmente en áreas tales como el aprovechamiento de plantas medicinales, el uso sustentable de recursos naturales y las actividades artesanales, buscando integrarlo con elementos de conocimiento científico y tecnológico moderno para mejorar su productividad y desempeño⁵.

En segundo lugar, las estrechas relaciones que distintos agentes nacionales establecen con sus contrapartes de países más avanzados condicionan fuertemente los esfuerzos locales de innovación. Es importante mantener y fortalecer las vinculaciones entre la ciencia, la tecnología y las actividades productivas nacionales con sus contrapartes en otros países más avanzados, pero sin que esto signifique debilitar las vinculaciones que deben existir entre ciencia, tecnología y producción en el ámbito nacional, o en determinados sectores o áreas problema.

En tercer lugar, el proceso de globalización, particularmente en el campo de las telecomunicaciones, ha facilitado que los miembros de la comunidad científica y tecnológica de los países en desarrollo establezcan relaciones de trabajo con sus pares en países industrializados. El resultado ha sido un intenso flujo de información, que si bien eleva las capacidades de los científicos y tecnólogos, también sesga su interés hacia agendas de investigación foráneas que frecuentemente tienen poco que ver con la solución de problemas nacionales.

En cuarto lugar, la innovación tecnológica en países en desarrollo está basada en actividades que podrían denominarse “sub-innovadoras” en comparación con aquellas de los países industrializados. La adaptación de tecnologías para utilizar insumos locales, la introducción de pequeños cambios en los procedimientos productivos para mejorar la eficiencia, la ingeniería en reversa y la copia de tecnologías son algunas de estas actividades sub-innovadoras. La mayoría de las empresas en los países en desarrollo se mantienen a la zaga de la frontera tecnológica mundial y sus innovaciones revisten un carácter local. Por un lado, esto crea una amplia gama de oportunidades para el aprendizaje al interior de la frontera tecnológica, lo que permite acumular capacidades en forma progresiva para luego adoptar estrategias tecnológicas más agresivas cuando se supera una masa crítica de competencias tecnológicas.

⁵ Véase el marco conceptual del anexo E.

Por otro lado, estas oportunidades pueden verse restringidas por las condiciones en que se adquieren las tecnologías provenientes del exterior. Las empresas que importan maquinaria y equipo enfrentan presiones de los proveedores para adquirir la tecnología más avanzada y los servicios técnicos asociados a ellas. Esto podría convertirlas en usuarias pasivas de tecnologías que no comprenden. Esto sucede, por ejemplo, en países mineros o petroleros, en los cuales se utilizan las tecnologías más modernas pero se tiene poca capacidad local para crear maquinaria y equipo que se adecuen mejor a las condiciones específicas de los yacimientos locales. Cuando la tecnología se adquiere a través de contratos de licencia, las empresas tienen la oportunidad de “abrir”, al menos en principio, el paquete tecnológico para introducir cambios y mejoras, y para crear sus propias capacidades tecnológicas. Esto se debe a que las tecnologías que son licenciadas generalmente ya han sido superadas por otras más avanzadas, por lo que existe mayor disposición de los vendedores a permitir estas modificaciones.

En quinto lugar, si bien la adquisición de capacidades tecnológicas ocurre en el ámbito de las empresas, la acción del gobierno y de las instituciones de la sociedad civil es sumamente importante para promover la innovación en países en desarrollo. La inexistencia de algunos mercados y la falta de mecanismos que faciliten la propiedad de las innovaciones, entre otros factores, hacen necesaria la intervención estatal activa en el diseño, ejecución y coordinación de políticas para promover la innovación. Estas políticas deben combinar componentes horizontales, que cubren varios sectores, y componentes sectoriales, que se refieren a actividades productivas en un ámbito específico. Además, las políticas de promoción de la innovación deben orientarse hacia reforzar las interrelaciones entre los diversos actores que forman parte de un SIT, buscando crear las condiciones para el aprendizaje tecnológico colectivo. Por último, es preciso prestar mayor atención a las políticas gubernamentales en campos distintos a la ciencia y tecnología, pero que afectan indirectamente a la innovación en las empresas. El contenido implícito de política tecnológica de estas otras políticas —crediticias, fiscales, laborales, comerciales, entre otras— tienen consecuencias importantes para el desempeño empresarial en lo referente a innovación.

5. Caracterización de lo inexistente: El Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú

Para que un Sistema de Innovación Tecnológica funcione de manera razonable, es necesario que sus componentes superen un nivel mínimo de masa crítica, tanto en cantidad como en calidad, y que exista una articulación adecuada entre todos ellos. Esto no es el caso en el Perú. En base a las apreciaciones contenidas en el anexo D, a la experiencia personal de los autores, y a las conclusiones alcanzadas por otros consultores⁶ es posible indicar que al iniciarse el siglo 21 no existe un Sistema de Innovación Tecnológica, y que sólo se cuenta con algunos componentes, bastante débiles y escasamente vinculados entre sí, en algunos campos de la actividad científica, tecnológica y productiva.

- (a) *Generación de conocimientos.* Se cuenta con muy pocos centros de investigación de alto nivel en las universidades, en las instituciones públicas y en las empresas, y una elevada proporción de estos centros probablemente no satisface los estándares internacionales en lo referente a calidad de la investigación, resultados y publicaciones. Las pocas entidades generadoras de conocimiento que obtienen

⁶En particular, véase: Mullin Consulting Ltd. (2002)

reconocimiento internacional están, por lo general, aisladas del sector productivo. No se cuenta con una amplia gama de instituciones y políticas para fomentar estos vínculos en forma sistemática y sostenida, aunque es posible detectar iniciativas en este campo por parte de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Por estas razones, los escasos investigadores científicos altamente calificados en el Perú trabajan en su mayoría sin recibir demandas de las empresas y no tienen razón para acercarse a ellas.

El Perú no cuenta con suficientes recursos humanos con capacidad para promover, administrar y ejecutar iniciativas y proyectos en el campo de la ciencia, tecnología e innovación. Las universidades peruanas forman un número limitado de profesionales con maestrías o doctorados en los campos de la ciencia y la tecnología, y no existe ningún programa orientado hacia la formación de profesionales en política científica y tecnológica, ni en gestión de la innovación en las empresas. Asimismo, los niveles de inversión en investigación y desarrollo son bajos, existe poco conocimiento, acceso y difusión de la situación de la frontera mundial del conocimiento en muchas áreas de la ciencia y la tecnología, y no existen instituciones financieras dedicadas a promover y respaldar el desarrollo de la ciencia y tecnología. Existen algunas honrosas (podría decirse heroicas) excepciones, pero esto no altera el panorama general.

- (b) *Innovación empresarial.*** Existe un limitado número de empresas productivas y de servicios que realizan innovaciones de manera continua y sistemática. Esto se debe principalmente al proceso de “informalización” que tuvo lugar en la economía peruana durante el decenio de los ochenta, el cual desincentivó la inversión privada, fomentó una reducción en el tamaño de las empresas, y estableció condiciones precarias para el desarrollo de las actividades productivas (alta rotación de personal, escaso control de calidad, evasión tributaria, baja inversión en bienes de capital). Por otra parte, las reformas de política económica impulsadas en el decenio de los noventa —que incluyeron una liberalización comercial precipitada y privatizaciones apresuradas— hicieron desaparecer empresas privadas y públicas en las cuales se había logrado establecer precarias e incipientes actividades de ciencia y tecnología (véase la sección 3 del presente informe).

La gran mayoría de las empresas estatales que realizaban algún tipo de investigación y desarrollo fueron privatizadas y adquiridas por empresas extranjeras, las cuales traen o adquieren su tecnología directamente del exterior. También desapareció una buena parte de las empresas privadas medianas con cierto grado de capacidad tecnológica. En este sentido y si bien se han dado algunos intentos medianamente exitosos, la nueva configuración del sector productivo, con unas pocas empresas grandes y un gran número de pequeñas empresas, hace difícil establecer y consolidar cadenas productivas o conjuntos (*clusters*) empresariales que se refuercen mutuamente para consolidar sus capacidades de innovación. Esto se debe, en gran medida, a que las empresas más grandes operan con estándares técnicos altos y cercanos a la frontera tecnológica internacional, mientras que las pequeñas operan con tecnologías atrasadas, carecen de herramientas de gestión moderna, y no han logrado estándares internacionales de calidad. De esta manera, resulta muy difícil apoyar una transformación tecnológica de las empresas pequeñas, promover su conversión en empresas

medianas, consolidar las vinculaciones tecnológicas entre empresas, y generar una demanda sostenida de conocimientos científicos y tecnológicos canalizados hacia instituciones nacionales. Por último, tampoco se cuenta medidas e instrumentos de política que incentiven a las empresas a generar conocimientos tecnológicos y realizar innovaciones.

- (c) *Servicios para la innovación.* Existen varias organizaciones y entidades públicas, privadas y de la sociedad civil que prestan servicios (información, normas técnicas, apoyo gerencial, gestión ambiental, asesoría financiera, entre otros) a las unidades productivas y de servicios que realizan innovaciones. En el sector público están los institutos tecnológicos especializados (IGP, IIAP, INGEMMET, INIA, INICTEL, IMARPE, INS, IPEN, ITP), que atienden los requerimientos de sectores específicos y no muestran gran articulación con las iniciativas privadas ni con la formación académica. Por otro lado están los Centros de Innovación Tecnológica (CITES) que agrupan a pequeños productores y fomentan la innovación tecnológica para mejorar su competitividad, y que atienden principalmente a las industrias textil, de calzado, cuero y madera. Otra institución pública que opera en este campo es el INDECOPI, que maneja el sistema nacional de patentes y es el organismo que garantiza los derechos de propiedad intelectual. Asimismo, se cuenta con empresas públicas y privadas que prestan servicios de control de calidad, estudios de impacto ambiental, y certificación de condiciones sanitarias, pero su clientela se limita a un número reducido de empresas medianas y grandes orientadas hacia la exportación.

Existen también algunos parques industriales en pequeña escala, muchos de los cuales surgieron de manera no planificada (por ejemplo en los sectores de madera, cuero, textiles, artesanías). Sin embargo, éstos no han logrado convertirse en espacios de generación y difusión tecnológica, sino más bien de imitación y adaptación realizadas de manera no rigurosa ni sistemática. Por otra parte, en algunos campos como la agroindustria de exportación y la maricultura, se cuenta con embriones de lo que podrían transformarse en sistemas de innovación sectoriales, pero se está aún muy lejos de realizar esta posibilidad. Pese a algunos esfuerzos aislados, que en algunos casos han llegado hasta la creación de empresas productivas, la gran mayoría de universidades peruanas no han establecido servicios de apoyo tecnológico para las empresas.

- (d) *Instituciones y políticas públicas.* Las instituciones que formulan políticas directamente vinculadas a la ciencia y tecnología (políticas explícitas) son bastante débiles y no cuentan con los recursos financieros y humanos, ni con la influencia política, que son necesarios para promover la creación de un Sistema de Innovación Tecnológica, o al menos de sistemas sectoriales de innovación. Por su parte, aquellas entidades que tienen a su cargo otras políticas gubernamentales que afectan a la ciencia, la tecnología y la innovación (políticas implícitas), tales como las políticas financiera, crediticia, fiscal, laboral, de regulación y comercial, entre otras, no son conscientes o no tienen interés en los temas de ciencia, tecnología e innovación. Sin embargo, aprecia un reciente interés gubernamental en estos temas debido a la preocupación por mejorar la competitividad de las exportaciones peruanas, pero este interés aún no ha llegado a cristalizar en medidas operativas. Por último, no es posible constatar una voluntad firme de las autoridades gubernamentales para darle a la creación de capacidades en ciencia, tecnología e

innovación el lugar que deberían ocupar en una estrategia de desarrollo para el Perú en el mediano y largo plazo.

- (e) *Infraestructura física.* La infraestructura física (transportes, energía, agua, saneamiento, telecomunicaciones) que constituye el soporte material para las actividades productivas y para los procesos de innovación, muestran una serie de limitaciones en cuanto a cantidad y calidad lo que hace muy difícil materializar los procesos de innovación. La red de transporte terrestre es limitada y deficiente, las operaciones en los puertos son lentas y costosas, los aeropuertos necesitan modernizarse urgentemente, las telecomunicaciones son relativamente caras en comparación con otros países de la región, la cobertura de instalaciones de saneamiento es muy limitada, y el agua es escasa y de baja calidad. La situación de la infraestructura energética (electricidad e hidrocarburos) es menos crítica, si bien se podría mejorar su cobertura y reducir su costo.

Aún si se contara con redes de empresas interesadas en establecer sistemas modernos de suministro y logística, por ejemplo los procedimientos “Justo a Tiempo” que reducen los costos de inventarios, las limitaciones de infraestructura física no permitirían hacer esto de manera adecuada. Si bien la solución a este problema está fuera del ámbito de las políticas de ciencia y tecnología, está claro que una infraestructura física inadecuada dificulta la creación de un Sistema de Innovación Tecnológica, o de sistemas sectoriales de innovación —sobre todo en el interior del país.

- (f) *Entorno cultural, social y político.* Muy pocas entidades ayudan a crear un ambiente favorable para la ciencia, la tecnología y la innovación. Sólo en el último año es posible detectar un esfuerzo sistemático del CONCYTEC para garantizar el acceso al acervo mundial de conocimientos, promover y difundir la ciencia, y fomentar ampliamente la toma racional de decisiones basadas en evidencia empírica. Además, existen muy pocas organizaciones de la sociedad civil que realizan estas actividades en la escala necesaria, sobre todo considerando que el mundo está ingresando de lleno a la “sociedad del conocimiento”. Los valiosos pero aislados esfuerzos de difusión carecen de apoyo gubernamental, con la excepción del proyecto de un museo de ciencia y tecnología, y no tienen el alcance que justifica su importancia al iniciarse el siglo 21. No se ha tomado conciencia de la necesidad de planear estratégicamente los esfuerzos de desarrollo nacional, y recién se está abriendo paso para la convicción de que es necesario consolidar la gobernabilidad y las prácticas democráticas como condición para el ejercicio libre de la crítica constructiva y el debate respetuoso —algo esencial para establecer una cultura científica, tecnológica y de innovación. Más aún, la experiencia de los últimos cuatro decenios muestra que casi ningún gobierno ha reconocido —de manera real y efectiva— la importancia de la ciencia y tecnología para mejorar la situación social de los peruanos, elevar los niveles de productividad de las empresas y, en general, para contribuir al desarrollo nacional.

Estas breves apreciaciones indican que cualquier intento para cambiar esta difícil situación de la ciencia, tecnología e innovación debe empezar por reconocer que el Perú está aún lejos de conformar un Sistema de Innovación Tecnológica. Los incipientes intentos de los decenios de 1960 y 1970 empezaron a deteriorarse durante los años ochenta por una diversidad de razones, muchas de ellas fuera del control de los responsables de la política

científica y tecnológica. Este deterioro se agravó en el decenio de 1990, y si bien no se está aún revirtiendo, es posible apreciar esfuerzos significativos como el del préstamo del BID.

6. Opciones estratégicas para avanzar hacia un Sistema de Innovación Tecnológica

La situación descrita en las secciones precedentes hace necesaria una reflexión sobre las opciones estratégicas para hacer el mejor uso posible de los recursos que del préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) al gobierno peruano para ciencia, tecnología e innovación.⁷

Es posible identificar tres opciones para avanzar hacia la creación de un Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú, a fin de hacer efectiva la contribución potencial de la ciencia y la tecnología al desarrollo nacional. Cada una de ellas tiene ventajas, desventajas, prerequisites y viabilidad.

La primera opción es la de *satisfacción de las necesidades urgentes*, muchas de las cuales fueron reseñadas en las secciones anteriores, y que abarcan a todo el espectro de instituciones y actividades involucradas en ciencia, tecnología e innovación. Esto permitiría la supervivencia de las instituciones existentes, reforzaría algunas actividades en forma puntual y limitada durante tres o cuatro años, y haría uso principalmente en recursos externos provenientes de préstamos como el del BID y donaciones de fundaciones, agencias bilaterales de cooperación y organismos internacionales. Su principal desventaja es que dispersa los limitados recursos disponibles, no llega a crear una masa crítica de actividades científicas, tecnológicas y de innovación en prácticamente ningún sector ni área problema, y llevaría a un lento e ineficiente proceso de establecimiento del Sistema de Innovación Tecnológica nacional o de SITs en campos específicos. Para poner en práctica esta opción sería necesario concretar las operaciones y programas de apoyo externo, crear mecanismos para la administración de estos recursos, y realizar mejoras puntuales en algunas instituciones de educación superior. Esta opción es viable y no enfrenta demasiadas dificultades en la actualidad.

La segunda opción es la de *crecimiento selectivo e intensivo en sectores o áreas problema específicas*, y exige un esfuerzo para definir prioridades. Tiene la ventaja de ser más selectiva en el uso de los recursos, de tener mayor probabilidad de éxito en la construcción de sistemas de innovación en los sectores o áreas problemas prioritarios, y llevaría a una configuración progresiva del Sistema de Innovación Tecnológica, apoyándose en logros y éxitos parciales. Sin embargo, deja fuera de lugar a muchos sectores, áreas problema y actividades científicas y tecnológicas consideradas como no prioritarias, y además requiere de una decisión y un compromiso político para enfrentar la oposición de quienes se posterga temporalmente en la asignación de recursos. El proceso de definición de prioridades por sectores, áreas problema, y actividades científicas y tecnológicas (a las cuales es necesario añadir la dimensión regional), tiene un carácter técnico y al mismo tiempo político, y exige de una visión clara de lo que se desea alcanzar en el mediano y largo plazo, así como de las etapas intermedias necesarias. El Recuadro 2, tomado de un intento muy preliminar de

⁷ Los planteamientos iniciales se refirieron a un préstamo de \$100 millones, que fueron reducidos a \$60 millones (\$35 millones del BID y \$25 millones de contrapartida gubernamental) al empezar las negociaciones formales, y al momento de escribir ese informe se han reducido a \$35 millones (\$25 millones del BID y \$10 millones de contrapartida). Estos cambios en el monto del préstamo tienen un impacto importante en la selección de la opción estratégica a seguir.

RECUADRO 2

Identificación inicial de áreas de concentración para un programa de emergencia en ciencia y tecnología (ejemplo ilustrativo)

La precaria situación de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en el Perú justifica el lanzamiento de un programa de emergencia que debe ser priorizado de manera adecuada. Si bien los sectores, áreas problema y temas en los cuales concentrar esfuerzos como parte de un programa de emergencia deberán definirse en base a un amplio proceso de consultas, las prioridades que se sugieren a continuación surgen de la estrategia de desarrollo articulada en los diversos capítulos de este texto.

Una primera aproximación permite identificar las siguientes áreas prioritarias:

- Biotecnología, aprovechamiento de la biodiversidad y todas las áreas del conocimiento vinculadas al desarrollo de las capacidades en estos campos, con el fin de darle valor a la gran diversidad ecológica, de especies y genética con que cuenta el Perú.
- Aprovechamiento y uso sustentable de los recursos naturales renovables y no renovables, con particular énfasis en los recursos pesqueros, forestales, minerales e hidrocarburos.
- Ciencias y tecnologías de la información, con énfasis en el acceso, adaptación y utilización de las tecnologías disponibles en el ámbito internacional, y en las actividades científicas y tecnológicas asociadas con la microelectrónica, las telecomunicaciones y sus aplicaciones al desarrollo económico y social.
- Tecnologías para el desarrollo industrial, particularmente aquellas vinculadas a los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante que agregan valor a los recursos naturales (por ejemplo, maquinaria y equipo para la agricultura, la minería, la pesca y la agricultura; transformación de metales; procesamiento agroindustrial; utilización de la madera).
- Tecnologías para la provisión de servicios sociales básicos, particularmente aquellas vinculadas a la salud, nutrición, saneamiento, educación, vivienda y promoción de maneras sustentables de ganarse la vida en las zonas más pobres y apartadas del país (capítulo 4).
- Rescate selectivo y mejora de las tecnologías tradicionales, utilizándolas como base para el desarrollo de nuevas actividades productivas.

Estas áreas prioritarias deberán concentrar la mayoría de los recursos financieros y esfuerzos de desarrollo científico y tecnológico durante el plan de emergencia. Sin embargo, los proyectos que serán ejecutados en estas áreas requieren del apoyo de una serie de disciplinas científicas que deben formar parte integral de este plan y a las cuales se debe asignar una proporción importante de recursos. Por ejemplo, la biología molecular, la ingeniería genética, la economía ecológica, el análisis de los ecosistemas, la física del estado sólido, la metalurgia, la estadística matemática, entre otras disciplinas, deben recibir financiamiento de acuerdo a su contribución a las áreas prioritarias. Finalmente, se utilizará un porcentaje menor de los recursos del Fondo de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica para apoyar propuestas que se acepten exclusivamente por su mérito científico, aunque no tengan vinculación alguna con las áreas prioritarias.

Fuente: Adaptado de Agenda: PERÚ (2000). Véase el Anexo F.

identificar áreas prioritarias para ciencia y tecnología realizado por el programa Agenda: PERÚ, sugiere una manera de abordar este ejercicio.⁸ Además de la definición de prioridades y el diseño de estrategias por sectores o áreas problemas, esta opción requiere de mecanismos institucionales para canalizar recursos externos y para incrementar el flujo de recursos locales en forma sostenida. Esta segunda opción es viable, pero para ponerse en práctica requiere de un grado mayor de compromiso y decisión política gubernamental que la primera.

La tercera opción consiste en dar un *salto estratégico en múltiples sectores y áreas problema*, lo que implica un avance cualitativo y de gran magnitud en el apoyo a la ciencia, la

⁸ Para ubicar este recuadro en el contexto de las propuestas de Agenda: PERÚ (2000) sobre ciencia y tecnología, el Anexo F reproduce las secciones pertinentes de *PERÚ: Agenda y estrategia para el siglo 21*, el informe final de dicho programa. Por otra parte, se han realizado una serie de estudios y talleres en el marco de las actividades preparatorias para el préstamo del BID con el fin de definir prioridades sectoriales.

tecnología y la innovación. Esto llevaría, en el mediano plazo, a establecer el Sistema de Innovación Tecnológica, o al menos varios sistemas sectoriales o por áreas problema vinculados entre sí. Así se garantizaría una movilización efectiva de la ciencia y la tecnología para aumentar la productividad y la competitividad en una amplia gama de sectores, y en general para lograr los objetivos de desarrollo económico y social. Esta opción requiere de un aumento muy significativo en los recursos financieros, que deberían provenir en buena parte del presupuesto público y de las empresas privadas, para garantizar continuidad en la disponibilidad de financiamiento. Los recursos externos, sean ya préstamos o donaciones, jugarían un papel complementario a la movilización de fuentes domésticas. Para que esta opción se convierta en realidad es preciso que, aún en condiciones económicas y sociales adversas, todos los sectores políticos apoyen los esfuerzos de manera continua durante 15 a 20 años. Además, requeriría de una amplia y profunda reforma de la educación superior y del sistema educativo en general. Es difícil estimar el nivel de recursos que debería asignarse para concretar esta tercera opción estratégica, pero un monto inicial asociado a un “programa de emergencia” planteado por Agenda: PERÚ (véase el Anexo F) determinó que se requería al menos de \$50 millones anuales, que deberían ser complementados con recursos propios de las instituciones y empresas que recibieran apoyo. La experiencia de otros países que han adoptado esquemas similares a esta tercera opción estratégica, sugiere que este sería un monto mínimo inicial razonable. Esta opción es muy difícil de concretar en la actualidad, ya que exige un grado de apoyo y compromiso político y financiero que el gobierno no estaría en condiciones de ofrecer.

La Tabla 1 resume las características de estas opciones estratégicas. La elección de una u otra opción para enmarcar los recursos provenientes del préstamo del BID está condicionada por los factores examinados en las secciones, 2, 3 y 5 del presente informe. La conclusión general es que la tercera opción parece inviable en la actualidad, sobre todo considerando la estrechez de los recursos fiscales y la debilidad generalizada de las instituciones vinculadas a la ciencia, tecnología e innovación. Sea ya que se adopte la primera o la segunda opción, es necesario que se considere como un paso intermedio hacia la tercera opción, que podría materializarse al iniciarse el próximo gobierno.

Independientemente de la opción estratégica que se adopte para utilizar el préstamo del BID, *es necesario tomar medidas inmediatas para contar con cuadros profesionales especializados en política científica y tecnológica, y en la creación de sistemas de innovación en el plazo más breve posible.* De otra forma, se estaría postergando, una vez más, la posibilidad de avanzar hacia la tercera opción estratégica para establecer un Sistema de Innovación Tecnológica nacional o varios SITs en campos específicos. Para este fin sería necesario dedicar recursos financieros a la formación de recursos humanos altamente calificados en estos campos, sea ya utilizando parte del financiamiento del BID o fondos provenientes de otras fuentes. En particular, existe la posibilidad de tener acceso a un “Préstamo de Aprendizaje e Innovación” (*Learning and Innovation Loan, LIL*) del Banco Mundial o a un “Préstamo de Operaciones de Innovación” del Banco Interamericano de Desarrollo (véase Recuadro 3). Estos son instrumentos financiero que han sido diseñado específicamente con este propósito y que podrían proporcionar hasta US \$5 millones adicionales en el caso del Banco Mundial y US \$10 millones en el caso del BID.

La idea sería emplear recursos provenientes de estos préstamos, que se negocian y desembolsan en forma rápida, requieren una contrapartida nacional menor y son muy flexibles en su utilización, para establecer un programa de formación de recursos humanos en política

científica y tecnológica y en sistemas de innovación durante los próximos dos años. Los componentes de un préstamo de esta naturaleza podrían incluir:

- Becas para profesionales peruanos que estudien maestrías o doctorados en universidades de primera línea en estos campos, tanto en países en desarrollo como en países desarrollados. Estas becas serían complementadas con fondos para garantizar el retorno y la ubicación de estos profesionales en universidades, centros de investigación y empresas peruanas, subsidiando parcialmente su remuneración durante un período limitado y proporcionando recursos para realizar estudios e investigaciones a su regreso al Perú.
- Programas cortos de entrenamiento y capacitación de profesionales de los sectores público, privado y de la sociedad civil en el manejo de proyectos de investigación, gestión tecnológica, servicios técnicos y gerencia de la innovación. Estos programas se podrían realizar en colaboración con instituciones educativas peruanas especializadas en organizar cursos cortos para ejecutivos y funcionarios.
- Financiamiento de proyectos de investigación aplicada sobre ciencia, tecnología e innovación, que podrían ser administrados por instituciones con amplia experiencia en estas actividades, por ejemplo, el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES).
- Un fondo de pequeños subsidios para financiar tesis de bachillerato, licenciatura y postgrado para estudiantes de las universidades peruanas en temas vinculados a la ciencia, la tecnología y la innovación. Este fondo podría ser administrado por el CONCYTEC y la Asociación Nacional de Rectores.
- Convenios entre universidades peruanas y extranjeras para el establecimiento de programas de maestría en gestión tecnológica y de la innovación. En particular se podría armar un programa que involucre a instituciones que tienen amplia experiencia en esta materia, tales como la Universidad de Hoseo en la República de Corea; el MIT, la Universidad de Pennsylvania y la Universidad de Harvard en los Estados Unidos; la Universidad de Sao Paulo y la Universidad de Campinas en Brasil; la Universidad de Sussex y la Universidad de Strathclyde en el Reino Unido; y la Universidad de Maastricht en los Países Bajos, entre muchas otras.
- Programas de difusión de la ciencia y la tecnología a través de los medios masivos de comunicación, preparación de textos escolares y universitarios sobre el tema, y de apoyo a las asociaciones de la sociedad civil dedicadas a difundir la ciencia y la tecnología.

La idea general sería llegar a contar con varias decenas de profesionales altamente calificados en estos campos en un plazo máximo de tres o cuatro años, de tal manera de lograr una masa crítica de recursos humanos capaz de apoyar la puesta en práctica de las segunda y tercera opciones estratégicas identificadas anteriormente.

Por otra parte, de materializarse un préstamo adicional tipo Préstamo de Aprendizaje e Innovación del Banco Mundial o Préstamo de Operaciones de Innovación del BID, es muy posible movilizar recursos adicionales provenientes de organismos internacionales, donaciones bilaterales y de fundaciones privadas. Estos recursos podrían llegar a duplicar el monto del préstamo original proporcionado por el Banco Mundial. Estas donaciones pueden provenir de agencias bilaterales de cooperación para el desarrollo (Estados Unidos, Canadá, Japón, España, Francia, Italia, Alemania, entre otras), de organismos internacionales de financiamiento y asistencia técnica (Banco Mundial, BID, Corporación Andina de Fomento,

TABLA 1: Resumen de las opciones estratégicas para la construcción de un Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú

<i>Opción estratégica</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>	<i>Prerrequisitos</i>	<i>Viabilidad</i>
Satisfacción de necesidades urgentes	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la supervivencia de las entidades de ciencia y tecnología existentes. • Refuerza algunas actividades en forma puntual. • Se basa principalmente en recursos externos (préstamos y donaciones) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersión de recursos. • No crea una masa crítica de capacidades en ciencia, tecnología e innovación. • Establecimiento muy lento y poco eficiente de un Sistema de Innovación Tecnológica, y aún de SITs en campos específicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de mecanismos institucionales para canalizar recursos externos, préstamos y donaciones. • Mejoras puntuales en el sistema de educación superior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Viable, sin demasiada dificultad.
Crecimiento selectivo e intensivo por sectores o áreas problema	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor selectividad de impacto en el uso de recursos. • Mayor probabilidad de éxito en la construcción de SITs en campos específicos. • Configuración progresiva del Sistema de Innovación Tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deja a varios sectores, áreas problema y actividades científicas y tecnológicas sin apoyo inmediato. • Requiere decisión y compromiso político para remontar oposición de sectores, áreas problema y actividades que no tienen prioridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y diseño de estrategias para sectores y áreas problema prioritarios • Establecimiento de mecanismos institucionales para canalizar recursos internos y externos. • Mejora significativa en el sistema de educación superior, sobre todo en los sectores y áreas problema elegidos. • Decisión y compromiso político gubernamental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Factible, pero con considerable dificultad.
Salto estratégico en múltiples sectores o áreas problema	<ul style="list-style-type: none"> • Salto cualitativo en la creación de un SIT nacional. • Garantiza la posibilidad de movilizar ciencia, tecnología e innovación para lograr objetivos de desarrollo. • Mejora significativa de la competitividad en una amplia gama de sectores 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere recursos significativos, en su mayoría del presupuesto nacional y de las empresas, complementados con recursos externos. • Debe movilizar apoyo político en condiciones económicas y sociales adversas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuidad de esfuerzos a lo largo de 15-20 años. • Decisión política con la participación de todos los partidos y movimientos (en el marco de un compromiso nacional de apoyo a la ciencia, tecnología e innovación). • Reforma amplia y profunda del sistema educativo, especialmente de la educación superior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Muy difícil e improbable en la actualidad, pero es posible crear las condiciones para hacerla viable en el mediano plazo (4 años).

Fuente: Elaborado por el autor.

RECUADRO 3

Banco Mundial: El Préstamo de Aprendizaje e Innovación ^a

El préstamo de aprendizaje e innovación (LIL) presta apoyo a pequeños proyectos piloto y de creación de capacidades, los cuales, en caso de tener éxito, podrían llevar a proyectos de mayor dimensión que hagan uso de los resultados del LIL.

Características especiales de diseño

Los LILs no exceden un monto de US \$5 millones y generalmente se ejecutan en un período de dos o tres años, plazo mucho más corto que la mayoría de los programas de inversión del Banco Mundial. Todos los LILs incluyen programas efectivos de seguimiento y evaluación, de tal forma de poder hacer uso de las lecciones aprendidas.

Cuándo se utiliza un LIL?

Los LILs se utilizan para explorar nuevos enfoques y métodos, frecuentemente en situaciones en las cuales se está iniciando algo y con prestatarios sin experiencia previa con el Banco Mundial. La LILs pueden ser utilizados para establecer relaciones de confianza entre los diversos participantes (*stakeholders*) en determinado campo, para probar la capacidad institucional de un prestatario, para ensayar esquemas piloto en preparación para proyectos de mayor envergadura, para apoyar iniciativas locales de desarrollo y para hincar operaciones con un gran impacto potencial que requieren un proceso de planeamiento flexible que incorpore las lecciones aprendidas en base a los resultados iniciales.

Banco Interamericano de Desarrollo: El Préstamo para Operaciones de Innovación: Antecedentes y Fundamentos ^b

Objetivo:

El Préstamo para Operaciones de Innovación es un instrumento que tiene como propósito principal proporcionar flexibilidad para financiar actividades o intervenciones experimentales en la preparación de programas a mayor escala. Este mecanismo servirá también para mejorar la capacidad institucional, particularmente en situaciones en que se necesite programas experimentales para adquirir mayores conocimientos antes de seguir adelante y plantear soluciones a problemas complejos o sea es indispensable alcanzar consenso con los involucrados respecto a temas difíciles o superar limitaciones específicas antes de comprometer un volumen importante de recursos en una operación concreta. Así, se puede emplear un Préstamo para Operaciones de Innovación a fin de demostrar las posibilidades de un determinado enfoque en un área, sector o un grupo de sectores interrelacionados o poner en marcha las acciones iniciales para el fortalecimiento institucional. Se puede encontrar ejemplos en las áreas de manejo del medio ambiente, la modernización del Estado, la participación de la comunidad, el desarrollo de la microempresa o la armonización de políticas.

Descripción:

Se entenderá por Préstamo para Operaciones de Innovación, una operación de un monto no superior a US\$10,0 millones y que tenga características especiales de diseño y seguimiento. Estos préstamos se ajustan a las políticas operativas básicas del Banco, pero las principales características consisten en una mayor rapidez en el proceso de trámite y aprobación, una atención prioritaria en el diseño a los mecanismos de seguimiento y evaluación a fin de obtener información de retroalimentación y una mayor flexibilidad en la ejecución. Estos préstamos pueden aplicarse a todos los sectores, pero es probable que sean más efectivos en áreas en las cuales se enfrentan problemas relacionados al desarrollo institucional, reforma y creación de consenso. Este tipo de préstamo no sólo se considera que debería ser de un monto reducido, sino que también sea ágil y que proporcione una respuesta oportuna, con un período de ejecución previsto de hasta 30 meses a fin de propiciar un proceso rápido en el cual el aprendizaje alcanzado pueda aplicarse a nuevas acciones.

Fuentes:

^a World Bank (2001) *Lending Instruments: Resource for Development Impact*, World Bank, Washington DC (traducción del autor).

^b Banco Interamericano de Desarrollo (2000) Instrumentos Flexibles de Préstamo, Banco Interamericano de Desarrollo; Véase a mayor detalle en: <http://www.iadb.org/exr/espanol/politicas/ifp.htm>

Unión Europea, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, UNESCO, entre otras), de fundaciones privadas (Ford, Rockefeller, Packard, Moore, Lemelson, Wellcome, Gates, Pew, Mellon), y de agencias especializadas en cooperación en ciencia y tecnología (IDRC de Canadá, SAREC de Suecia, ORSTOM de Francia, además de instituciones suizas e italianas). Estos recursos complementarios podrían llegar a duplicar el monto máximo que sería posible recibir del Banco Mundial a través de un Préstamo de Aprendizaje e innovación (LIL).

7. Comentarios finales

Este trabajo ha presentado una apreciación de conjunto sobre el contexto, los antecedentes, los conceptos básicos, la situación actual y las perspectivas futuras del Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú. El panorama que emerge no es muy alentador, debido principalmente a la inercia de problemas que han plagado a la ciencia y la tecnología durante varios decenios, a la falta de comprensión e interés de las autoridades políticas y empresariales, y a la debilidad de las instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil vinculadas a la ciencia, la tecnología y a la innovación.

El préstamo a ser otorgado por el BID al gobierno peruano para un “Programa de Ciencia y Tecnología” puede ayudar a revertir esta situación, si bien el monto actualmente en negociación se encuentra por debajo de lo planteado inicialmente, y es ciertamente muy inferior de lo que sería necesario para avanzar significativamente hacia la constitución de un Sistema de Innovación Tecnológica, o al menos SITs en campos específicos. Por esta razón, sería más adecuado adoptar la segunda opción estratégica reseñada en la sección precedente —crecimiento selectivo e intensivo en sectores o áreas problema prioritarios— enfocando la asignación de recursos a dos de estos sectores o áreas problema. En forma adicional, es preciso complementar los recursos del préstamo del BID con un pequeño pero ágil “Préstamo de Aprendizaje e Innovación” del Banco Mundial o con un “Préstamo de Operaciones de Innovación” del BID, canalizándolo exclusivamente hacia la formación acelerada de recursos humanos especializados en política científica y tecnológica, así como en la creación de sistemas de innovación. Las sucesivas reducciones experimentadas en el monto total del préstamo del BID justifican ampliamente la consideración de este pequeño préstamo adicional por parte de las autoridades gubernamentales.

Al adoptar la segunda opción estratégica, que implica concentrar esfuerzos en un número muy reducido de sectores o áreas problema, complementándolos con la formación de recursos humanos de alto nivel, debe tenerse como objetivo avanzar hacia la tercera opción —salto estratégico en múltiples sectores y áreas problema— en el mediano plazo. Los resultados que se obtendrían en los sectores elegidos para recibir recursos del préstamo del BID, unidos al mayor conocimiento sobre el tema y a la existencia de cuadros profesionales que resultarían del “Préstamo de Aprendizaje e Innovación” que sugiere este trabajo, permitirán adoptar esta tercera opción en el 2006, cuando se produzca un cambio de gobierno.

ANEXO A

Principales indicadores de la economía peruana a principios del 2003

Figura 1

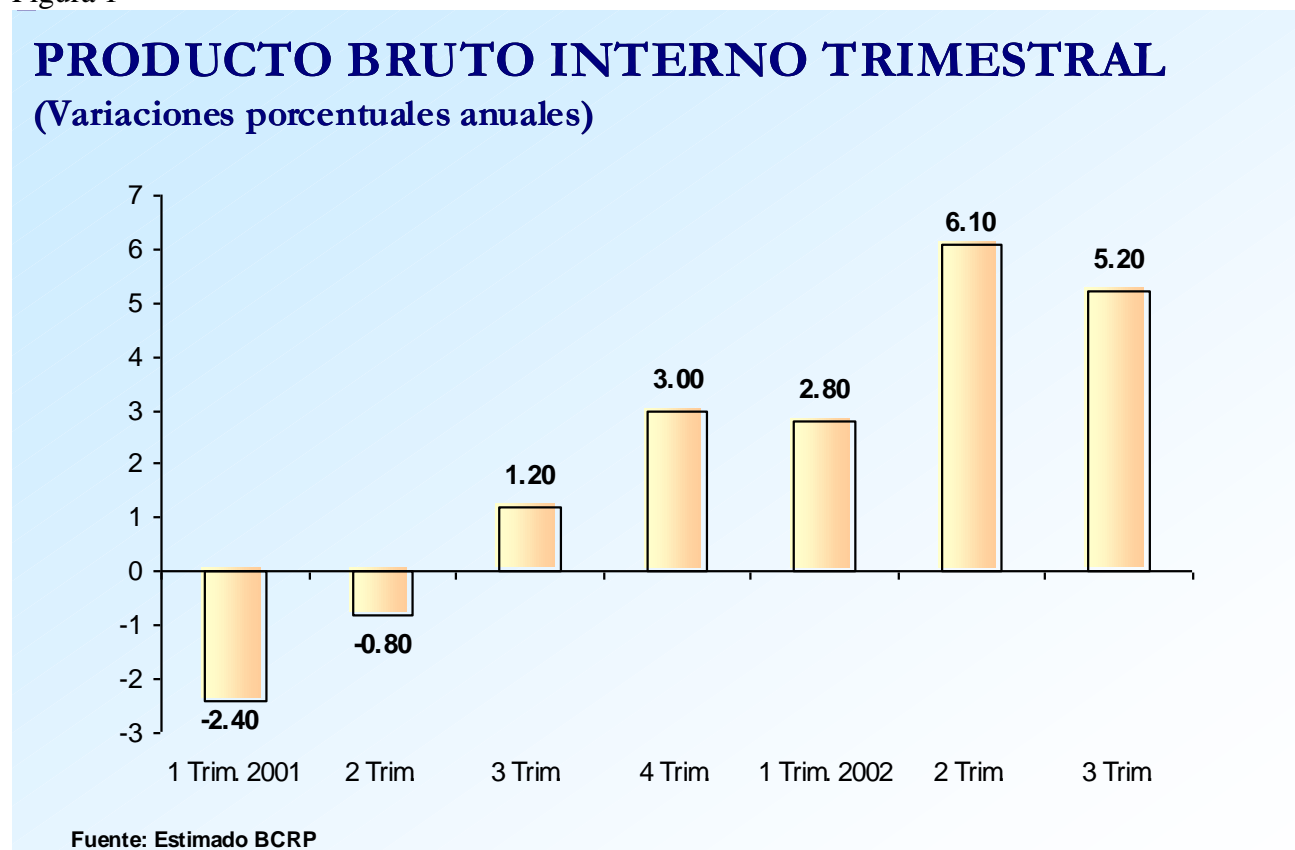


Figura 2

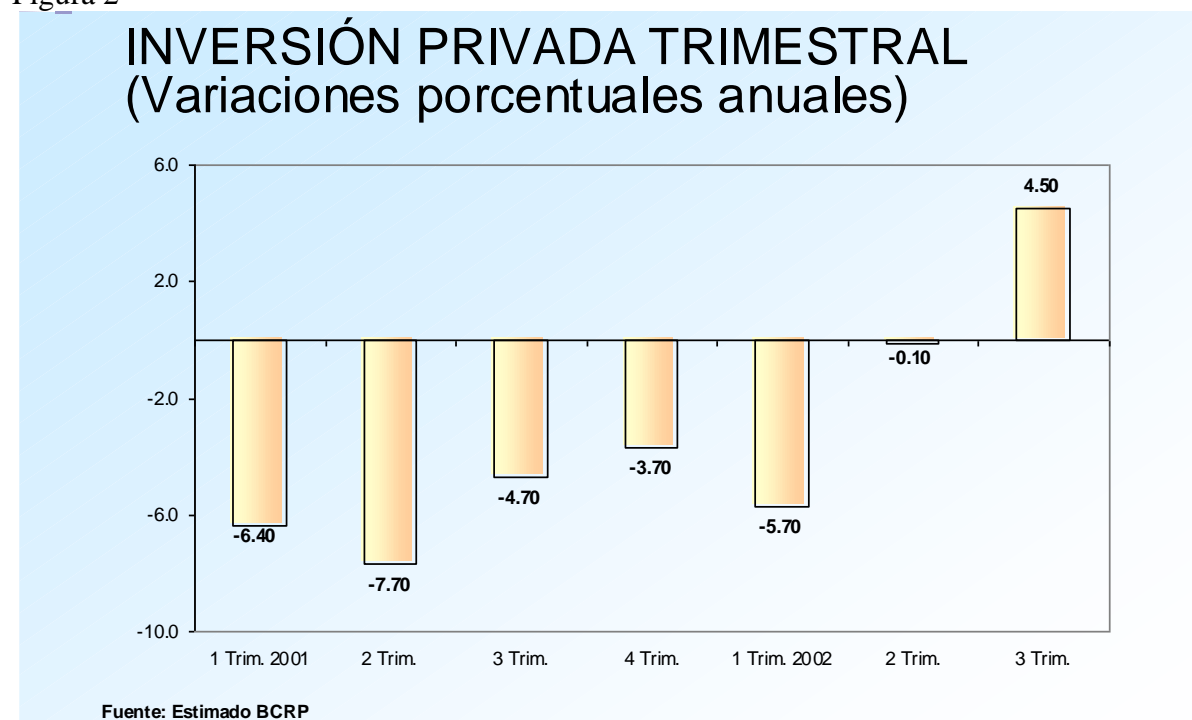


Figura 3

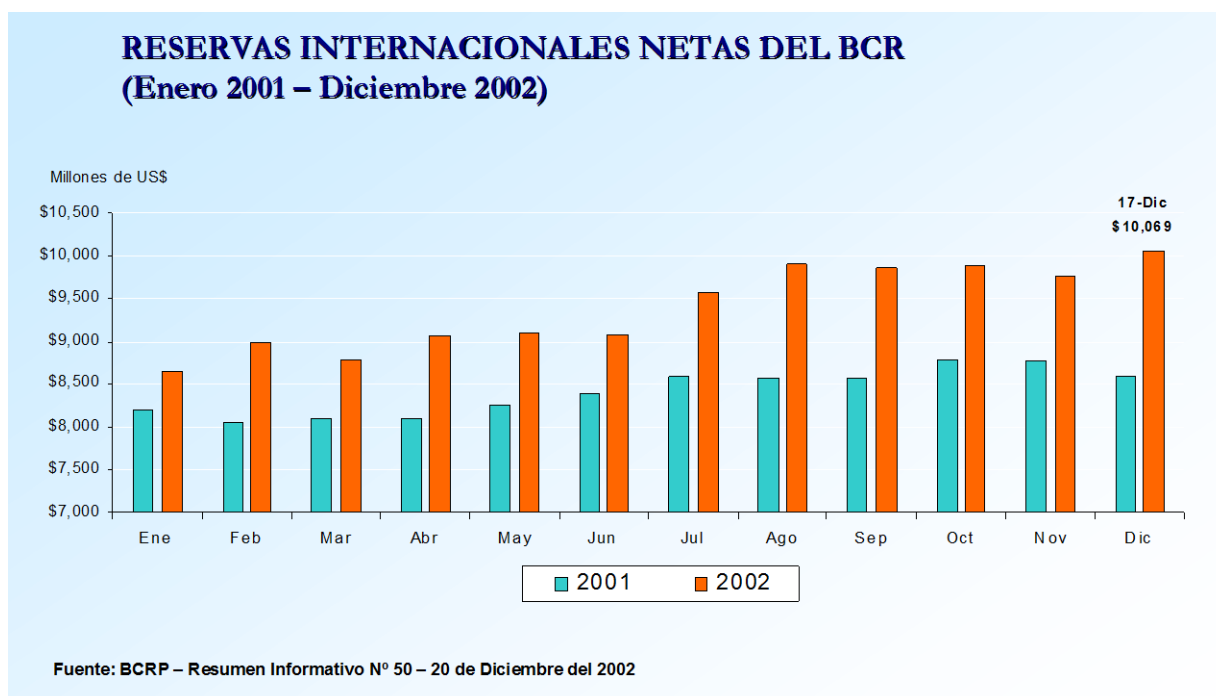


Figura 4

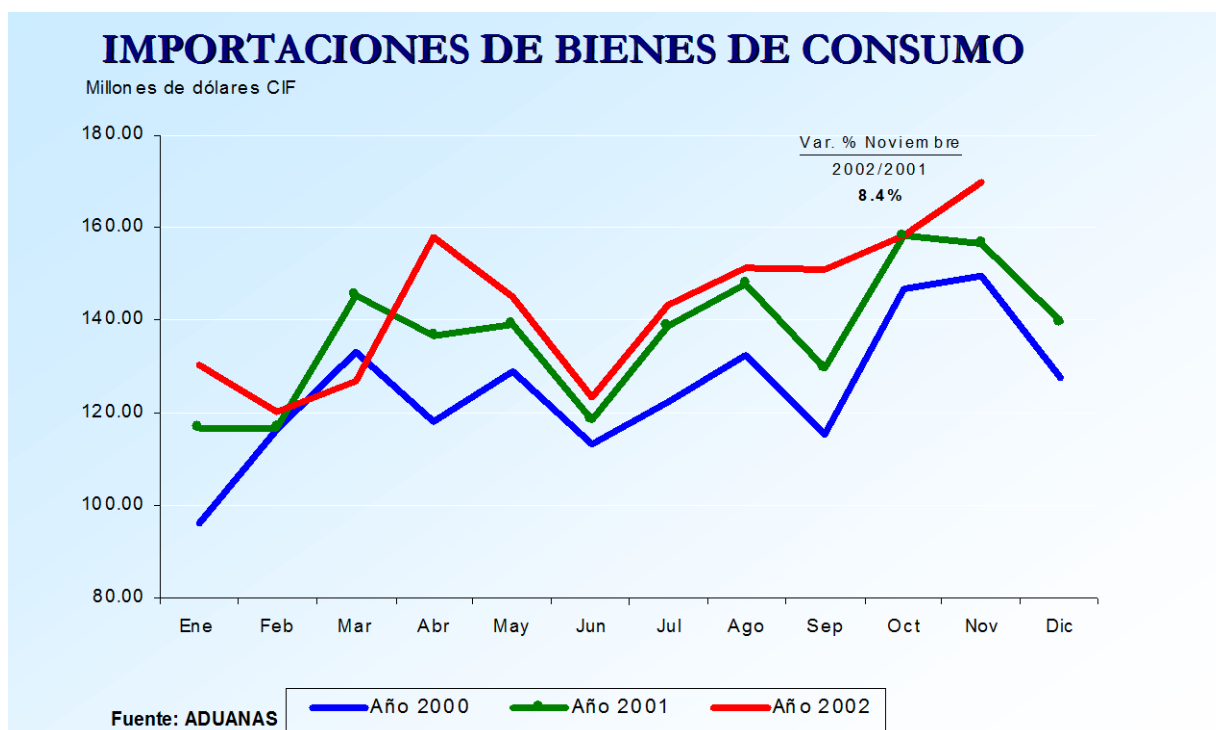
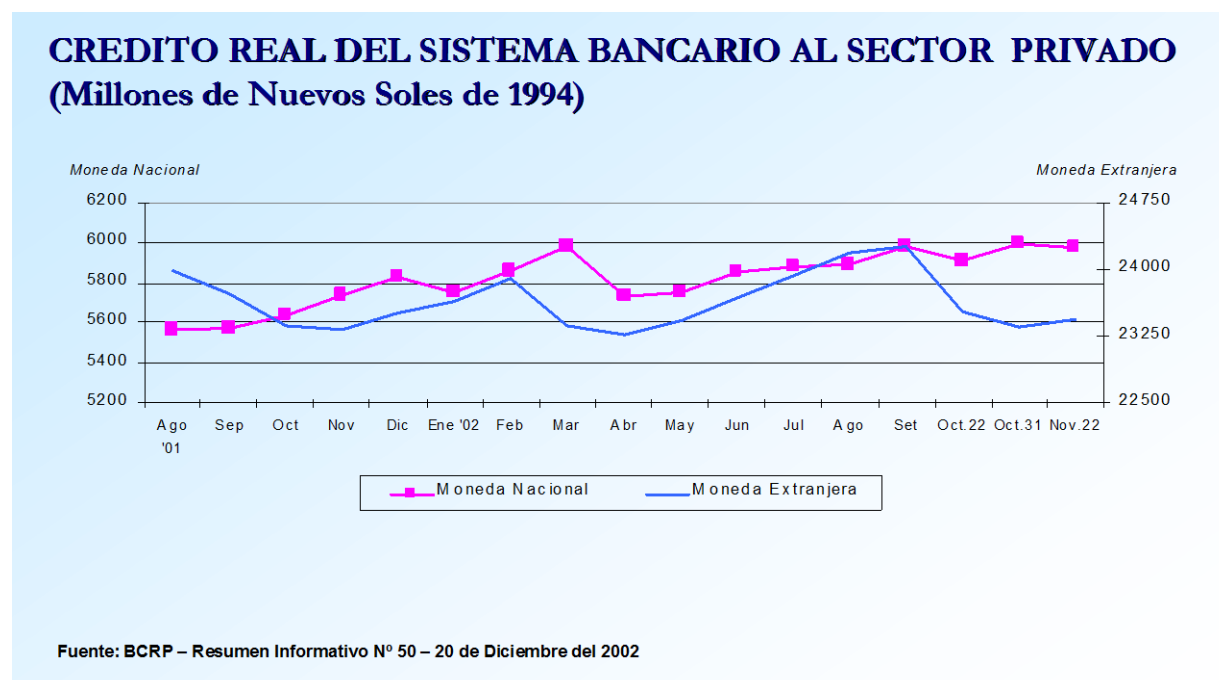


Figura 5



ANEXO B**Antecedentes del Sistema de Innovación en el Perú⁹**

La historia de la política científica y tecnológica en el Perú no es muy antigua. Hacia mediados de los años sesenta, por sugerencia de algunas personalidades académicas que estaban en contacto con la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, se realizaron tres reuniones con científicos académicos norteamericanos que tuvieron lugar en El Bosque, Ancón y Paracas. De allí surgieron los lineamientos de lo que sería el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Esta propuesta le fue presentada al entonces Presidente Fernando Belaunde, pero parece que no llegó a despertar interés. Sin embargo, en noviembre de 1968, tan sólo mes y medio después del golpe militar del 3 de octubre de 1968, el General Ángel Valdivia, quien había participado en estas tres reuniones, planteo la creación del Consejo Nacional de Investigación. Así se creó la primera organización del gobierno peruano dedicada a promover la ciencia y tecnología.

A fines de los años sesenta y principios de los setenta, la concepción que se tenía del papel del Estado era muy clara. El Estado tenía que hacer casi todo en el campo de la innovación porque se consideraba que los empresarios peruanos no sólo eran incompetentes, sino que estaban interesados sólo en sacar sus utilidades fuera del país y no iban a hacer nada por el desarrollo científico y tecnológico.

El diseño del “Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología” se basaba en una concepción intervencionista del papel del Estado. Incluía al Consejo de Investigación que definía prioridades de investigación, un Fondo Nacional de Investigación que las financiaría y a todos los laboratorios estatales, desde el IMARPE hasta los laboratorios del Ministerio de Agricultura, pasando por los Institutos Nacionales de Nutrición y Salud. El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología aseguraría que se diera, como se decía en esa época, un salto cualitativo en el desarrollo científico y tecnológico del Perú.

Queda claro que esto no sucedió. En primer lugar, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología nunca se llegó a poner en práctica. Las resistencias de los diferentes laboratorios e institutos sectoriales no permitieron que se creara y sólo se llegó a establecer el Consejo Nacional de Investigación. A esto se debe sumar el episodio protagonizado por el General Juan Velasco Alvarado y el General Ángel Valdivia, quien se suponía estaba en línea para suceder al General Juan Velasco Alvarado como Comandante General del Ejército y Presidente de la República, lo cual debía producirse el 1 de enero de 1969. Pero, no sucedió y él salió junto con todos sus allegados. Así, el apoyo político al Consejo Nacional de Investigación desapareció.

Al principio de los años setenta, se dictan una serie de leyes sectoriales y se crean institutos sectoriales de investigación, utilizando parte de las utilidades brutas de las empresas del sector para financiarlas. Esto se hizo en cuatro sectores: Industria, Minería, Telecomunicaciones y Pesquería. Se quiso hacer lo mismo en Agricultura pero no se llegó a concertar nada. Esta política dio origen a la creación del INTINTEC, el INCITEMI, el INICTEL, y el ITP.

Si bien no se llegó a conformar ese gran Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, se contó al menos con el Consejo de Investigación y los institutos sectoriales. El Consejo era bastante débil, sin recursos y sobrevivía básicamente debido a la cooperación internacional y

⁹ Véase: Sagasti, F. (2000), y Sagasti, F. (2002b).

a la ayuda extranjera. Paralelamente, se fortalecieron los institutos sectoriales en pesquería, minería, industria, agricultura y telecomunicaciones, que básicamente se dedicaron, durante la mayor parte de los años setenta y parte de los ochenta, a ejecutar o financiar investigaciones aplicadas.

Fuera de contribuir con un porcentaje de sus utilidades brutas en algunos sectores, el sector privado prácticamente no contaba para nada en el campo de ciencia y tecnología. Se sospechaba de la actitud de los empresarios, quienes a su vez trataban de manejar los problemas creados por la Ley General de Industrias, la comunidad industrial y todo lo relacionado a un conjunto de excesivo de políticas, instrumentos y normas que obligaban al empresario a buscar caminos ilegales para sobrevivir. En un contexto de incertidumbre e intervencionismo político, aquellos que lograban utilidades buscaban invertir las fuera del país. Esto se pudo comprobar a través de la revisión de contratos de licencia en el sector industrial, que muchas veces fueron utilizados como mecanismos indirectos para evadir el control de cambios y las limitaciones a la repatriación de utilidades para las firmas extranjeras.

Como resultado, se distorsionó el propósito de estas leyes e instrumentos para estimular el desarrollo tecnológico en el sector privado. Felizmente ése no fue el caso para todas las empresas, y el ITINTEC logró identificar alrededor de 300 empresas industriales que presentaron buenos proyectos de investigación y trabajaron de buena fe, así como unas 70 de ellas que tuvieron resultados positivos.

Durante el decenio de los ochenta, el Estado mantuvo su papel de principal articulador y ejecutor de investigación y desarrollo, con el sector privado y la sociedad civil en segundo plano. En el segundo gobierno del Presidente Fernando Belaunde, el Consejo Nacional de Investigación se transformó en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) Se le dieron recursos y se aumentó su presupuesto ocho veces, pese a lo cual sólo llegó a representar el 2% del presupuesto del Estado para ciencia y tecnología.

Paralelamente, los institutos sectoriales que se habían creado en los años setenta fueron vistos por los empresarios y por el Gobierno del Presidente Belaunde como rezagos del militarismo, y se inició un proceso de desmantelamiento de estos institutos.

El promedio de las asignaciones del Estado a los institutos de investigación sectorial – en aeronáutica, agricultura, educación, energía y minas, industria, pesquería, trabajo, transporte y comunicaciones, y vivienda -, se redujo en un 42% entre 1981 y 1985. En 1985 las asignaciones llegaron a ser casi un tercio menores que al principio del decenio. En dólares corrientes la disminución del gasto, con devaluación y todo, fue aún peor: llegó a casi un 60%. Es decir, durante el decenio de los ochenta el estado empezó a retirarse del financiamiento de ciencia y tecnología. De esta forma, era muy difícil que el CONCYTEC cumpliera una función importante en la formulación, financiamiento y ejecución de políticas.

Entre 1985 y 1990 el CONCYTEC se dedicó a hacer lo que algunos han llamado “populismo científico y tecnológico”, repartiendo pequeñas sumas –entre 3.000 y 10.000 dólares de manera generosa y poco exigente, a lo largo y ancho del país. Sin duda, esto debe haber producido resultados interesantes, ya que hizo que cientos de jóvenes pudieran publicar sus tesis; propició, -y esa es una de las cosas positivas-, que muchos profesionales en provincias hicieran investigación. En la práctica, un fondo de casi 2 millones de dólares fue aumentado a 10 millones de dólares por año para repartirlo en montos pequeños, sin ninguna concepción de prioridades y sin ninguna orientación de estrategia. Al mismo tiempo, seguían

viniéndose abajo los institutos sectoriales. En este periodo no se pudo avanzar notablemente en materia de ciencia y tecnología.

Se estima que entre 1985 y 1990, el exiguo presupuesto nacional para ciencia y tecnología se redujo por lo menos en un 50% o 60%, sin contar con que la hiperinflación de 1989-1990 licuó las asignaciones del Estado para la investigación y desarrollo. El dinero que recibían las instituciones servía simple y llanamente para pagar el sueldo de los funcionarios, principalmente de carácter administrativo. En 1989 el gasto en sueldos representaba más del 90% del presupuesto de los institutos de investigación en el sector público.

Si analizamos lo que pasó con las universidades, la historia es muy parecida. La proliferación de universidades y la reducción del gasto público en apoyo a las estatales hizo que prácticamente desapareciera la investigación en muchas de ellas.

El drástico y sesgado programa de ajuste que se puso en marcha en el decenio de 1990 durante el gobierno de Alberto Fujimori logró estabilizar la economía, pero una secuencia equivocada en la ejecución de políticas de liberalización y apertura económica dejó al empresariado peruano –ya golpeado por la crisis y la hiperinflación– en una situación muy precaria y sin capacidad de competir con los productos importados. Una serie de cambios en las normas de licitaciones públicas puso en desventaja a las empresas consultoras nacionales frente a las extranjeras (que frecuentemente terminaban contratando a los ingenieros peruanos a quienes habían desplazado en las licitaciones), y las empresas constructoras peruanas perdieron terreno ante las extranjeras en casi todos los frentes. Esto produjo un fuerte deterioro de la capacidad local de consultoría e ingeniería de diseño, que es uno de los elementos clave en la creación de capacidades de innovación.

En paralelo se puso en marcha un proceso de desmantelamiento de la poca capacidad de investigación científica y tecnológica que quedaba en el país, tanto en las universidades como en los institutos estatales. Se desmembró el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y sus estaciones experimentales se traspasaron, sin compensación alguna, a empresarios privados sin mucho interés ni experiencia en la investigación. Otras instituciones lograron resistir el embate de las políticas gubernamentales y sobrevivieron gracias a la venta de servicios. El resultado ha sido la destrucción de la capacidad científica y tecnológica del país, con honrosas y sufridas excepciones en unos pocos institutos públicos y centros de investigación universitarios.

ANEXO C

Sistemas de Innovación Tecnológica (SIT)¹⁰

De acuerdo a la tradición Schumpeteriana, el crecimiento económico de los países está íntimamente ligado a la tasa de innovación tecnológica. Los países que han logrado tasas de crecimiento importantes han experimentado una reestructuración de sus aparatos productivos, en los cuales se hace más eficiente la tecnología utilizada en sus procesos al mismo tiempo que se incrementa la variedad de productos. Todo esto genera un gran impacto no sólo en los mercados nacionales, sino que permite una mayor competitividad en los mercados internacionales.

Esta visión resalta el rol de las empresas en los procesos de innovación tecnológica e incluso del avance científico. Se deja así de lado el modelo lineal de innovación en el que la innovación tecnológica depende de los avances científicos y de un posterior proceso de investigación aplicada y de desarrollo. Lo que en realidad se da es un proceso interactivo entre las distintas instituciones de investigación, empresas y clientes, en el que cada agente aporta sus conocimientos y necesidades los cuales se constituyen en insumos necesarios para definir las características finales de la innovación, y en el que se puede sentar las bases para hacer avances científicos. Al mismo tiempo, esta interacción constante permite que se difundan los avances científicos y tecnológicos logrando de esta manera que las empresas menos innovadoras tengan acceso a los avances tecnológicos.

Esta interacción virtuosa que se da en los países industrializados y en aquellos que han experimentado altas tasas de crecimiento económico ha dado pie para definir una herramienta conceptual para analizar las distintas formas en las que se da el cambio tecnológico en un país o región. El **sistema de innovación tecnológica (SIT)** se refiere a las distintas instituciones, empresas y gobierno que conforman el aparato científico y tecnológico y la manera en que cada uno de estos agentes interactúa para la creación, difusión y utilización del conocimiento.

Patel y Pavitt (1994) hacen una definición aún más precisa al considerar al SIT como el conjunto de instituciones nacionales, sus estructuras de incentivos y competencias que determinan la tasa y dirección de aprendizaje tecnológico en un país. En tal sentido, ellos definen cuatro tipos de instituciones: las empresas, las universidades e instituciones similares dedicadas a la investigación básica, una mezcla de instituciones públicas y privadas que brindan educación general y entrenamiento técnico y los gobiernos que financian y realizan una serie de actividades que promueven y regulan el cambio técnico.

Los incentivos incluyen las fallas de mercado por las cuales los gobiernos promueven y financian la investigación básica y aquellas por las cuales las empresas entrenan a sus trabajadores aún sabiendo que éstos pueden abandonar la empresa luego de su entrenamiento. En el primer caso, la diferencia entre el beneficio social y privado de la investigación hace que los gobiernos quieran subvencionar esta actividad. En el segundo, la generación de capacidades dentro de la empresa que son difícilmente replicables y que le brindan una ventaja competitiva frente a otras empresas compensa el costo de entrenamiento.

¹⁰ Este anexo ha sido preparado por Juana Kuramoto.

Asimismo, se encuentran los incentivos basados en la obtención de rentas monopólicas temporales gracias a la innovación tecnológica que se contraponen a la presión de la competencia que hace que se dediquen esfuerzos a la imitación de las innovaciones. Finalmente, existen incentivos específicos, como la importancia de la demanda local (Porter, 1990; Fagerberg, 1992) que definen las diferencias internacionales en las tasas y dirección del cambio técnico.

Las diferentes competencias tecnológicas o brechas tecnológicas entre países, que son el reflejo de diferentes volúmenes y patrones sectoriales de investigación y desarrollo y otras actividades relacionadas estarían detrás de las distintas tasas de crecimiento económico en los países. Estas brechas tecnológicas tienen un correlato microeconómico por cuanto hay diferencias en las capacidades de las empresas (Teece y Pisano, 1994).

El uso de SIT ha permitido encontrar regularidades o diferencias detrás de las distintas tasas y sesgos de la innovación tecnológica. Así, el concepto de SIT ha permitido comprender mejor la historia de la riqueza de las naciones en el largo plazo identificando la coherencia de la estructura económica y sus instituciones (Freeman, 2002). En tal sentido, se habla de una co-evolución entre el nivel de desarrollo económico y el desarrollo de sus instituciones (Freeman, 2002; Gu, 1999, Cooper, 1999).

Al concepto de SIT se le ha ido incorporando diversos matices de acuerdo a los objetivos específicos de su aplicación. Así, en un SIT no todo el conocimiento se crea, difunde y utiliza de la misma manera; por el contrario, hay tecnologías que se desarrollan y difunden de manera más dinámica que otras generando una serie de impulsos a las empresas y a las instituciones. El estudio de estos **sistemas tecnológicos** (Carlsson, 2002) es importante para definir políticas industriales y tecnológicas que pretendan promocionar nuevos sistemas tecnológicos.

Por su parte, un **sistema de innovación sectorial** (Malerba, 2002) pone énfasis en cómo los distintos agentes llevan a cabo transacciones de mercado y no pecuniarias para la creación, producción y uso de distintos productos. Dichos productos son producidos en diferentes sectores económicos que evolucionan de acuerdo a sus propios regímenes y oportunidades tecnológicas y a la relación que mantienen con otros sectores.

Este tipo de enfoque permite analizar en mayor detalle cambios tecnológicos específicos y, por tanto, es necesario incorporar elementos adicionales a los encontrados en un SIT. Así un sistema de innovación sectorial, a parte de incluir a distintas instituciones y sus sistemas de incentivos, también debe incorporar a los productos, las tecnologías básicas, insumos, elementos de demanda y las distintas relaciones y complementariedades que se dan entre ellos. Del mismo modo, deberá incluir el conocimiento y los procesos de aprendizaje que se dan en las instituciones, así como los mecanismos e interacciones que se dan entre las empresas del sector como con empresas fuera del mismo.

De esta manera, este enfoque permite analizar los factores detrás de la evolución de las industrias o sectores económicos y explicar sus distintas tasas de cambio tecnológico. También permite diseñar políticas teniendo en cuenta la especificidad de los distintos sectores e incluso subsectores manufactureros.

El énfasis en el carácter dinámico del SIT como **catalizador de procesos de aprendizaje** (Lundvall, 2002) pone de relevancia la necesidad de diseñar estrategias de desarrollo con coordinación entre diferentes áreas de política. En este enfoque, la relación

entre proveedores y clientes se hace crucial ya que en las transacciones que éstos realizan se transmite información valiosa que permite un aprendizaje constante y la aplicación del nuevo conocimiento a los procesos productivos.

Si bien esta noción de dinamismo del SIT es el principal atributo de este concepto, también es lo que lo hace apartarse del enfoque de la economía neoclásica. Si el rendimiento económico de los países o regiones difiere en parte por el comportamiento de sus SITs, entonces nos alejamos del supuesto de racionalidad y del comportamiento maximizador de los agentes económicos. Este alejamiento del enfoque neoclásico y la ausencia de metodologías apropiadas para medir impactos o causalidad entre, por ejemplo, estructura e instituciones, es lo que hace que el concepto del SIT no sea ampliamente aceptado.

El SIT y los países en desarrollo

Hay toda una discusión sobre la pertinencia de la aplicación de este concepto a los países en desarrollo. Varios autores (Intarakamnerd et al, 2001, Gu, 1999, Arocena y Sutz, 2002) destacan el hecho de que el SIT es un concepto que nació de la observación directa (ex post) de la estructura del sistema en países industrializados y de las relaciones que se establecen en él. Mientras que su aplicación en países en desarrollo toma una perspectiva ex ante, ya que el SIT no existe como tal en estos países. Lo que existe más bien es un conjunto limitado de agentes e instituciones que actúan independientemente y que no logran generar los estímulos necesarios para que se cree, difunda y utilice el conocimiento de manera sistémica. Lo anterior no quiere decir que no se dan innovaciones en los países menos desarrollados. Estas se dan aisladamente y no se difunden al resto de la economía rápidamente, con lo cual su efecto en las tasas de crecimiento económico es limitado.

La existencia de un importante, aunque muchas veces soslayado, acervo de conocimiento tradicional que convive con el conocimiento moderno y las relaciones que distintos agentes nacionales establecen con SITs de países más avanzados son dos características resaltantes de los SITs en países en desarrollo (Kuramoto y Sagasti, 2002; Lundvall et al, 2002). Por un lado, el conocimiento tradicional, al igual que el conocimiento moderno, nace como respuesta a la búsqueda de una solución a un problema particular a través de un proceso de experimentación de prueba y error, sin embargo, la diferencia estriba en que no ha sido sujeto de un sistemático proceso de codificación, razón por la cual poco es lo que se sabe de él y su acumulación se hace difícil. Debido a un sesgo hacia la modernidad, los SIT en países en desarrollo no suelen incorporar el inmenso cuerpo de conocimiento tradicional con el que cuentan. No obstante, parte importante de sus poblaciones dependen de este conocimiento para satisfacer sus necesidades y, también, la biotecnología, uno de los sectores intensivos en conocimiento y en constante expansión, se ha convertido en uno de los principales demandantes del conocimiento sobre plantas y prácticas autóctonas.

Por otro lado, la globalización ha facilitado que las comunidades científicas y tecnológicas de los países en desarrollo establezcan relaciones de trabajo con sus pares en países industrializados. El resultado es un intenso flujo de información que si bien eleva las capacidades de los científicos y tecnólogos también sesga su interés hacia agendas de investigación foráneas que poco tienen que ver con la solución de problemas nacionales (Kuramoto y Sagasti, 2002; Sagasti, 2002). Ejemplos de esto abundan, como la preocupación por la mecanización del agro en países que cuentan con territorios poco propicios para la agricultura extensiva.

Estas dos fuentes de conocimiento hacen aún más difícil la labor de los SITs en países en desarrollo pues además de adquirir, adaptar, transmitir y difundir el conocimiento moderno también se tiene que codificar el conocimiento tradicional e incluso recombinarlo con el moderno para potenciar su efectividad en la satisfacción de las necesidades de las poblaciones que hacen uso de él. Esta última labor se hace aún más complicada cuando se tiene en consideración que la lógica de aplicación del conocimiento tradicional responde a una lógica distinta a la asignación a través de los mercados en donde se asume que todos los agentes tienen comportamientos similares.

Dejando de lado la complejidad de la coexistencia de dos cuerpos de conocimiento, el concepto mismo de innovación es distinto en los países en desarrollo. En los países industrializados, el término innovación está principalmente asociado a la creación de nuevos productos, de nuevos procesos de producción y/o nuevas formas de organización¹¹. Adicionalmente, la creación de las innovaciones está asociada principalmente a los esfuerzos en investigación y desarrollo (I&D), entendiendo este término como: *“el trabajo creativo llevado a cabo en forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos (...) y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones”* (CONCYTEC, 2001, p. 145). Sin embargo, en los países en desarrollo, los esfuerzos en I&D son más bien escasos. En todo caso, las empresas hacen esfuerzos para aumentar y hacer más eficiente la producción o imitar productos o procesos utilizados en países industrializados, de los cuales surgen innovaciones tecnológicas para el mercado nacional.

De ahí que, las innovaciones hechas en países en desarrollo pueden tener poco impacto en la competitividad internacional de las empresas que las efectúan, ya que se parte de una base tecnológica más baja. Por otro lado, para lograr una mayor competitividad internacional las empresas requieren superar las barreras comerciales existentes mediante, por ejemplo, la adquisición de capacidades para operar en mercados más amplios (Intarakamnerd et al, 2001; citando a Hobday, 1995 y 1996).

Lo anterior no implica la inexistencia de cadenas productivas en las cuales los países en desarrollo no puedan competir. Es más, se han dado ejemplos en los cuales algunos de estos países se han logrado articular exitosamente a cadenas productivas globales en productos relativamente simples como zapatos o alimentos. La articulación de cada eslabón y los esfuerzos por incorporar cambios tecnológicos para poder aumentar su productividad individual y de conjunto han sido los factores clave. Políticas basadas en el fortalecimiento de los SIT coadyuvan a que se fortalezcan los cuatro ejes del “diamante de competitividad” de Porter. Por ejemplo, políticas destinadas a promover y difundir cambios tecnológicos tendrán impactos en la dotación de factores avanzados relevantes para la cadena productiva, así como políticas destinadas a cambiar la estructura de incentivos y competencias de los agentes del SIT pueden cambiar la estructura de rivalidad o la naturaleza de la demanda prevaleciente en la cadena productiva.

Lo anterior no significa que el concepto de innovación tecnológica y, por ende, el de SIT sean irrelevantes para los países en desarrollo. Por el contrario, ambos conceptos son importantes porque se refieren a herramientas conceptuales que tratan de explicar una de las principales fuentes de desarrollo económico. Sin embargo, ambos términos tienen que ser adaptados a la realidad de los países en desarrollo para que su aplicación sea relevante y efectiva¹².

¹¹ Nota sobre la definición de innovación de Schumpeter (en Rosenberg).

¹² A continuación se siguen tres líneas de argumentos presentadas por Cooper (1991).

En primer lugar, la innovación tecnológica en países en desarrollo está basada en actividades que podrían denominarse “sub-innovadoras” en relación a los países industrializados como la imitación o mejoras dirigidas a mejorar la eficiencia productiva (Freeman, 1982). Este carácter imitativo de las empresas las hace seguidoras de los líderes mundiales de tecnologías establecidas. Si bien esto implica que hay una tendencia a mantenerse a la zaga de la frontera tecnológica, también es cierto que se dan oportunidades para el aprendizaje tecnológico y para acumular una serie de capacidades que posteriormente podrían servir para tomar una estrategia tecnológica más agresiva.

En segundo lugar, si bien las actividades antes descritas llevan a un aprendizaje tecnológico, éste suele ser menor en países en desarrollo e incluso hay condiciones que pueden frenarlo. Entre éstas se encuentran las condiciones a las que se accede a la tecnología. Las empresas suelen importar tecnología incorporada en bienes de capital o a través de licencias. En el primer caso, las empresas pueden importar maquinaria y equipo de última generación ya que los proveedores de los mismos tratarán de incrementar las ventas de sus innovaciones y de los servicios técnicos que las acompañan. Esto puede convertir a las empresas importadoras en meros usuarios de tecnología que rara vez llegan a saber cómo funcionan las cosas y, por tanto, pierden la oportunidad de adquirir capacidades que les permitan adaptar o mejorar dichos equipos. Esto sucede, por ejemplo, en países mineros o petroleros, en los cuales se utiliza las tecnologías más modernas pero se tiene poca capacidad local para crear maquinarias y equipos que se adecuen perfectamente a las condiciones específicas de los yacimientos locales. En el segundo caso, las empresas tienen la oportunidad de “abrir” el paquete tecnológico debido a que las tecnologías que son licenciadas generalmente ya han sido superadas por otras. Este esquema implica mejores posibilidades de aprendizaje tecnológico, pero requiere de inversiones por parte de las empresas y también de incentivos que propicien esa inversión.

En tercer lugar, si bien la adquisición de capacidades tecnológicas ocurre en el ámbito de las empresas, la acción del gobierno y de las instituciones es sumamente importante en países en desarrollo. La inexistencia de algunos mercados, la falta de mecanismos que faciliten la propiedad de las innovaciones, la depresión de los mercados locales y los pocos incentivos a la innovación hacen necesaria la intervención estatal en la coordinación de políticas horizontales y aquellas sectoriales incluidas las de ciencia y tecnología y en la promoción de un SIT que facilite la interrelación entre los distintos agentes que lo conforman y la acumulación de capacidades que intensifique los procesos de aprendizaje tecnológico.

Dicho todo lo anterior, es importante recalcar que el desarrollo tecnológico de un país debe concordar con sus objetivos de desarrollo. Preguntas como: ¿qué objetivos económicos y sociales se quiere alcanzar en el corto, mediano y largo plazo?, de acuerdo a ellos ¿se quiere mantener la estructura productiva del país?, o si se quiere variar ¿cuál es la nueva estructura que se quiere alcanzar? ¿qué políticas educativas, de comercio o de promoción empresarial se hacen necesarias para alcanzar dicha estructura industrial? son necesarias de responder para definir una política tecnológica adecuada y para definir el tipo de SIT que se quiere promocionar.

Independientemente de estas consideraciones, algunos autores han identificado algunas características de los SITs en países en desarrollo. La evidencia presenta dos tipos de SITs que coinciden con el resultado económico de los países analizados. Por un lado, en los países exitosos que han logrado alcanzar altas tasas de crecimiento, como Corea y Taiwan, se han establecido SITs que permitieron la transmisión de un importante flujo de información entre

todos los actores, logrando procesos intensivos de aprendizaje (Gu, 1999), al mismo tiempo que se incrementó la formación de capital humano (Gu, 1999; Alcorta y Peres, 1998). Adicionalmente, las políticas de desarrollo tecnológico y, por tanto, los incentivos han estado dirigidos al desarrollo de industrias específicas (Intarakamnerd et al, 2001; Gu, 1999).

Por otro lado, en los países menos exitosos pareciera existir obstáculos para generar estos procesos de aprendizaje (Viotti, 2000; Cooper, 1991). El aprendizaje no se da automáticamente, requiere de la acumulación de capacidades que permitan transformar la información en conocimiento. A su vez, la generación de capacidades implica una inversión en la formación de recursos humanos, el acceso a información técnica y en experimentación, entre otros. Así, por ejemplo, se aprecia que los países menos exitosos tienen una proporción menor de graduados universitarios y de ingenieros¹³ y gastan menos en investigación y desarrollo que los países más desarrollados¹⁴.

¹³ Mientras que en Brazil sólo el 11.5% de los adultos tienen educación superior y el 7% de los matriculados universitarios estudian ingeniería, en Corea las cifras son de 48.2% y 18% (Viotti, 2000).

¹⁴ Según datos de RYCYT y del World Development Report para 1997, los países de altos ingresos gastaban el 2% de su PBI en I&D, mientras que los países latinoamericanos de ingresos medios (i.e. Argentina, Brazil, Chile, México, Costa Rica, Perú y Colombia) destinaban 0.6% y los de ingresos bajos (i.e. El Salvador, Ecuador, Bolivia y Nicaragua) 0.2%.

ANEXO D

Principales rasgos del Sistema de Innovación Tecnológica en el Perú al iniciarse el Siglo 21¹⁵

Una de las áreas de política más descuidadas en el Perú es aquella relacionada con el desarrollo científico y tecnológico. Por un lado, los típicos indicadores¹⁶ de insumo muestran que el Perú se ubica entre los países que gastan menos de US\$ 2 por habitante en investigación y desarrollo y US\$ 20 por habitante en actividades de ciencia y tecnología, mientras que el promedio del gasto en América Latina está por encima de US\$ 20 por habitante en investigación y desarrollo y por encima de los US\$ 28 en actividades de ciencia y tecnología por habitante.

Por otro lado, los indicadores de resultado muestran que el número de patentes otorgadas en el país es de sólo 271(1999), mientras que en México es de 3,899 (1999), en Brasil es de 226 (1999) y en Chile 2601 (1996).

Esta situación de alguna manera refleja la poca importancia que se le da a los temas de ciencia y tecnología en el Perú y el poco éxito del Estado en incentivar una cultura de innovación en el país. A continuación se hace una breve revisión histórica sobre la creación del aparato institucional del sector Ciencia y Tecnología en el Perú.

La difusión del concepto del SIT y su atributo central de articulación entre sus diferentes actores ha sido recogida por el Anteproyecto de Ley General de Promoción de la Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Nacional. Sin embargo, la concepción legalista de este anteproyecto pareciera desconocer que dicha articulación no se puede crear por decreto: “Constitúyase el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, SINACYT, como un espacio institucional abierto, amplio y no excluyente, del cual forman todos los programas, proyectos y actividades de ciencia y tecnología, desarrolladas por instituciones o entidades públicas, privadas, asociativas o individuales” (CONCYTEC, 2002). Más aún, el SINACYT se centra en la articulación de instituciones públicas, algunas de las cuales son cuerpos colegiados, y se le trata como otra institución más que cuenta con una unidad central de soporte de la gestión de programas y proyectos.

Es decir, el mismo CONCYTEC tiene una concepción equivocada de lo que un SIT significa y le confiere la naturaleza de una mega institución con una unidad central de soporte de gestión a la cual diferentes actores, como centros de investigación o innovación universitarios, empresariales y particulares, ONGs, y fundaciones, entre otros; podrán adscribirse voluntariamente, aunque dicha “participación será normada por el Reglamento, en el que se incluirá las normas de calificación y registro pertinentes” (CONCYTEC, 2002).

Independientemente de las concepciones del CONCYTEC y del Estado sobre el SIT, lo que existe actualmente es una serie de instituciones con escasas capacidades de investigación y de innovación, que raramente se vinculan entre ellas y/o con otros agentes como las empresas. Asimismo, hay una ausencia total de políticas explícitas que promuevan la innovación tecnológica o que incluso den prioridad a la formación de recursos humanos altamente calificados. Finalmente, en el ámbito de los sectores productivos se han dado

¹⁵ Este anexo ha sido preparado por Juana Kuramoto.

¹⁶ Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT): <http://www.ricyt.edu.ar>

algunos avances para la provisión de servicios tecnológicos, especialmente para PyMEs, así como la creación de algunos mecanismos de apoyo financiero para solicitar asistencia técnica.

A continuación se describen los principales componentes del SIT peruano:

1. Empresas

Dos factores han influenciado fuertemente la actual configuración del sector empresarial peruano. Por un lado, un proceso de informalización que se da en la economía peruana durante toda la década de los ochenta, que unido con las desfavorables condiciones macroeconómicas imperantes en el país desincentivaron la inversión privada y que se redujese el tamaño de las unidades productivas. Por otro lado, el conjunto de reformas estructurales impulsadas en la década de los noventa, teniendo como eje la promoción de la inversión privada y la privatización, hizo que el sector público deje de participar significativamente de la actividad empresarial.

Estos factores han dado como resultado la destrucción de capacidades tecnológicas en el sector industrial peruano. Casi la totalidad de las grandes empresas estatales, las cuales realizaban algún tipo de investigación y desarrollo, fueron privatizadas y adquiridas por empresas extranjeras que traen o adquieren sus paquetes tecnológicos directamente del exterior. Por su parte, la mayoría de las empresas medianas han desaparecido perdiéndose así un segmento importante de empresas con capacidades tecnológicas.

Asimismo, la nueva configuración del sector industrial peruano dificulta la relación entre empresas y, por tanto, la posibilidad de desarrollar cadenas productivas o clusters. Las empresas más grandes operan con estándares técnicos bastante altos y cercanos a la frontera tecnológica internacional, mientras que las pequeñas operan con tecnologías obsoletas, carecen de herramientas de gestión y de estándares de calidad. Por ejemplo, sectores como el minero satisfacen buena parte de su demanda por insumos y servicios directamente con proveedores foráneos.

El **Cuadro 1** muestra que en 1996 que el 97% de las unidades productivas en el país son microempresas, es decir, que cuentan con menos de 10 trabajadores, mientras que menos del 1% son empresas con más de 200 trabajadores. Esta conformación empresarial tiene serias repercusiones en cuanto a las capacidades tecnológicas del sistema productivo peruano. Las microempresas suelen tener niveles de capitalización menores y son menos especializadas y menos intensivas en conocimiento que las unidades más grandes. Asimismo, estas empresas son más proclives a la informalidad encontrándose que contribuyen escasamente al fisco¹⁷.

De acuerdo a información de CONCYTEC (2001), de un total de 8,976 empresas encuestadas sólo 9% realizaron inversiones de tecnología no incorporada al capital. De éstas, el 61% adquirió servicios tecnológicos, el 20% licencias tecnológicas, el 10% marcas comerciales registradas y el 5% servicios de metrología, normalización y calidad. Si bien las cifras anteriores dan un indicio de la poca inversión en actividades de innovación, por lo menos indica que estas empresas tienen una demanda y están dispuestas a pagar por servicios tecnológicos.

¹⁷ Robles et al (2001) estima, a partir de una muestra de microempresas en los sectores Confecciones, Metalmecánica y Servicios Informáticos, que éstas sólo contribuyen con 0.44% de los impuestos pagados en estos sectores.

Cuadro 1

Perú: Número de unidades empresariales por tamaño según sectores (1996)

Actividad económica	Micro empresa (1)	Pequeña (2)	Mediana (3)	Grande (4)	Total
Total	507,335	17,496	2,625	291	527,747
Agricultura	1,523	396	59	7	1,985
Pesca	6,258	348	55	3	6,664
Minería	5,000	570	70	27	5,667
Manufactura	65,604	4,680	698	109	71,091
Electricidad, Gas y Agua	2,470	168	20	8	2,666
Construcción	12,307	816	125	11	13,259
Comercio	313,826	7,386	1,136	95	322,443
Turismo, Hoteles y Restaurantes	46,967	1,205	30	1	48,203
Transporte y Comunicaciones	14,039	948	147	11	15,145
Intermediación Financiera	0	36	30	5	71
Otros	39,341	943	255	14	40,553

(1) Unidad empresarial con hasta 10 trabajadores.

(2) Unidad empresarial que tiene entre 11 y 50 trabajadores.

(3) Unidad empresarial que tiene entre 51 y 200 trabajadores.

(4) Unidad empresarial con más de 200 trabajadores.

Fuente: GRADE (2001).

Esta situación difiere de la conducta de las PyMEs, quienes pueden conocer de la existencia de servicios similares pero no los demandan. El Cuadro 2 indica que, de una muestra de PyMEs, aproximadamente 7 de cada diez conoce de la existencia de servicios de desarrollo empresarial (SDE)¹⁸, pero sólo 5 de cada diez los utiliza o ha utilizado a lo largo de su trayectoria en el negocio (Robles et al, 2001). Este cuadro también indica que las PyMEs en el sector de servicios informáticos (i.e. Cabinas de internet, Ensamblaje de computadoras y Elaboración de software), un sector intensivo en conocimiento, casi la totalidad de las empresas (99%) conoce de la existencia de estos servicios y más del 80% los utiliza; mientras que en sectores más tradicionales como Confecciones y Metalmecánica estas cifras son menores.

¹⁸ Los servicios de desarrollo empresarial son servicios que brindan profesionales independientes u otros en aspectos legales, tributarios y contables, además de servicios en las áreas de administración, producción, capacitación, comercialización, marketing y finanzas. Adicionalmente, estos SDE se pueden clasificar según la modalidad de intervención en: (a) servicios de intervención directa (i.e. servicios de entrenamiento y capacitación; transferencia y generación de tecnología; información, asesoría, consultoría y extensión técnica; y promoción comercial y mercadeo); (b) servicios de intermediación (i.e. cooperación empresarial y creación de centros de atención integral); y (c) servicios de entorno (i.e. creación de infraestructura y regulación pública y presión pública) (Robles et al, 2001).

Cuadro 2
Grado de conocimiento y uso de los SDE en las PyMEs (en % del total):¹⁹

	Total	Confecciones	Metalmecánica	Servicios Informáticos
Conoce	69	68	58	99
Utiliza	54	53	44	83
Total	100	100	100	100

Fuente: Robles et al (2001), pág. 150.

2. Instituciones Tecnológicas y de Investigación

La mayor parte de las instituciones tecnológicas y de investigación son entidades estatales. De acuerdo al Anteproyecto de Ley, éstas forman parte de un cuerpo colegiado llamado el Centro Nacional de Investigación y Servicios de Ciencia, Tecnología e Innovación.

2.1. Centro Nacional de Información e Interconexión Telemática (CENDICYT)

El Centro Nacional de Documentación e Información científica y tecnológica (CENDICYT) es un órgano de línea del CONCYTEC, cuya misión es lograr que fluya la información científica y tecnológica para promover la aplicación de los resultados de la investigación y el conocimiento en favor del desarrollo. Este organismo recolecta información a través del contacto con universidades e institutos de investigación estatales y privados, y la procesa, almacena y analiza para conformar el Banco de Información Referencial del Potencial Científico y Tecnológico del país. Como centro de documentación, posee documentos primarios: libros editados por el CONCYTEC; tesis producto de investigaciones auspiciadas también por CONCYTEC; material bibliográfico que incluye las diversas disciplinas científicas; y publicaciones periódicas especializadas.

<http://www.riicyt.edu.ar/Sistemas/speru.html>

2.2. Instituto Nacional de Becas y Crédito Educativo (INABEC)

El INABEC, Organismo Público Descentralizado del Sector Educación que otorga becas nacionales e internacionales y créditos educativos a los estudiantes de escasos recursos económicos en los diferentes niveles educativos, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población y el desarrollo socio-económico y cultural del país.

<http://www.inabec.gob.pe/>

2.3. Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL)

INICTEL busca promover y participar en el desarrollo tecnológico, dando soluciones rápidas y económicas según la realidad nacional, en las tecnologías de información y telecomunicaciones; capacitando profesionales especializados y de mando medio; realizando investigación tecnológica, y actividades de consultoría y asesoría.

<http://www.inictel.gob.pe/mision.htm>

¹⁹ Robles et al (2001) p.150.

El INICTEL cuenta con cuatro divisiones. Una de Capacitación que tiene a su cargo la conducción de las actividades educativas del Instituto y tres divisiones temáticas (Telecomunicaciones, Teleducación y Radiodifusión) que promueven y supervisan las acciones de la división de Capacitación en cada área.

2.4. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

El IIAP es el centro de referencia y consulta sobre el conocimiento científico de la Amazonía, y propone recomendaciones técnicas que facilitan el desarrollo de sus pueblos y uso sostenible y conservación de la biodiversidad en la Amazonía Peruana.

(www.iiap.org.pe).

El IIAP establece convenios, acuerdos y/o alianzas con otras instituciones locales, nacionales e internacionales para la solución de problemas concretos previamente priorizados, lográndose así la concertación, la concurrencia y el compromiso para la acción interinstitucional teniendo como criterio básico la utilización eficiente de ventajas y fortalezas de cada institución participante. En estos convenios, acuerdos y/o alianzas, el IIAP, puede jugar los roles de líder de un proyecto o convenio; de institución financiadora o contratante de un componente o del todo; de socio bajo el liderazgo de otra institución; de aportante de recursos, personal científico, equipamiento, insumos y servicios; y de asesor técnico-científico, aportando orientación y conocimiento.

2.5. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía (SENAMHI)

El SENAMHI brinda servicios públicos, asesoría, estudios e investigaciones científicas en las áreas de Meteorología, Hidrología, Agrometeorología y Asuntos Ambientales en beneficio del país.

(<http://www.senamhi.gob.pe/nosotros/index.htm>)

2.6. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)

El INRENA es un organismo público descentralizado del Ministerio de Agricultura, de carácter integral y multidisciplinario al servicio del país y su competencia es a nivel nacional en estrecha relación con los Gobiernos Locales, Organizaciones Agrarias, Comunidades Campesinas y Nativas e Instituciones Públicas y Privadas.

El INRENA es la autoridad pública encargada de realizar y promover las acciones necesarias para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables, la conservación de la diversidad biológica silvestre y la protección del medio ambiente rural, mediante un enfoque de ordenamiento territorial por cuencas y su gestión integrada; estableciendo alianzas estratégicas con el conjunto de actores sociales y económicos involucrados.

(<http://www.inrena.gob.pe/>)

2.7. Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

El IMARPE estudia el ambiente y la bio-diversidad marina, evalúa los recursos pesqueros y proporciona información y asesoramiento para la toma de decisiones sobre la pesca, la Acuicultura y la protección del medio marino. Asimismo, mantiene la búsqueda de la excelencia en las investigaciones del ambiente y sus recursos marinos; contribuye al

desarrollo de las pesquerías y a la comunicación sustentable y ejecuta un programa de apoyo al manejo integrado de la zona costera, lo que incluye la protección del ambiente marino.

(<http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/mision.php>)

2.8. Instituto Tecnológico Pesquero (ITP)

Esta institución busca establecerse como un centro nacional, modernamente equipado, para la investigación, desarrollo y adaptación de nuevas tecnologías de procesamiento pesquero que permita ejecutar un programa ampliado de transferencia de tecnologías al sector productivo nacional, a fin de diversificar la producción pesquera, mediante el procesamiento de productos de alto valor agregado, generadores de empleo y alimentos, que utilicen racional y sostenidamente el recurso y que en su conjunto contribuyan a estructurar una nueva cadena productiva en el país.

(<http://fis.com/itp/Conoce.htm>)

Su dirección de Desarrollo Industrial y Servicios ha realizado esfuerzos orientados al desarrollo y diversificación de una amplia gama de productos pesqueros, que sugieran alternativas a la industria de procesamiento del país, propugnando el uso y mejor utilización de los recursos no utilizados para consumo directo, de manera que los resultados sirvan simultáneamente para la ejecución de actividades de transferencia de tecnología y como fuente de alimentos a los programas de alimentación nacional patrocinados por el Gobierno Central. (<http://fis.com/itp/DDIS.htm>)

2.9. Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos (CONACS)

El CONACS es una institución que dirige la política de desarrollo económico y social del sector de los camélidos sudamericanos del país, contribuyendo a que ésta actividad sea rentable, sostenible y que mejore la calidad de vida y la participación democrática de los criadores. Tiene por misión promover el desarrollo económico y social de los sectores humanos dedicados a la crianza de los camélidos sudamericanos, para contribuir a superar su condición de pobreza extrema y marginalidad social.

Sus funciones son: (a) proponer políticas, estrategias y proyectos para el desarrollo de los camélidos en beneficio de los criadores; (b) promover, coordinar, concertar y supervisar las actividades y procedimientos relacionados a los procesos de conservación, producción y aprovechamiento de los camélidos; (c) representar al país ante los organismos y convenios internacionales en los asuntos que conciernen a los camélidos silvestres; (d) dictaminar las normas y procedimientos sobre cooperación técnica nacional e internacional en materia de camélidos sudamericanos; y (e) promover la investigación básica y aplicada en camélidos sudamericanos.

(<http://www.conacs.gob.pe/presentacion.htm>)

2.10. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)

El SENASA tiene el reto de proteger y acrecentar el valor del patrimonio agrosanitario del Perú en un entorno globalizado, competitivo y cambiante con el fin de contribuir a la seguridad y calidad alimentaria del país, así como a la competitividad de las agroexportaciones.

Las principales políticas estratégicas de SENASA son: (a) ejecutar directa o indirectamente, acciones para prevenir, controlar, combatir y erradicar plagas que puedan incidir en la economía nacional y bienestar social; (b) ejecutar directa o indirectamente de manera ininterrumpida, acciones de control y fiscalización de insumos agropecuarios; (c) establecer alianzas estratégicas con instituciones del sector privado y público, con énfasis en Universidades, Gobiernos locales y organizaciones de productores; y (d) articular al sector privado de manera efectiva a los procesos de protección y mejora de la sanidad agropecuaria, consolidando instancias formales de participación del sector privado en acciones de sanidad agraria.

(<http://www.senasa.gob.pe/organizacion/principal.htm>)

2.11. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA)

El INIA genera y transfiere tecnologías para contribuir al desarrollo sostenido del sector agrario y al incremento de la productividad agraria promoviendo el aumento de su rentabilidad bajo condiciones de competitividad con la participación del sector público y privado, nacional e internacional.

El INIA ofrece diversos servicios como los de análisis de laboratorios, capacitación, estudios y asesorías.

(<http://www.inia.gob.pe>)

2.12. Instituto Nacional de Salud (INS)

El INS es el organismo técnico del sector salud, dedicado a la investigación de los problemas prioritarios de salud, a la producción de biológicos, al control de calidad de medicamentos, alimentos e insumos y al diagnóstico referencial de laboratorios. También está encargado de desarrollar políticas, transferir tecnología y conocimiento científico (a quiénes?).

(<http://www.ins.sld.pe>)

2.13. Instituto Geofísico del Perú (IGP)

El IGP es una institución dedicada a la investigación científica en las áreas de la geofísica, tanto en lo que concierne al interior de la tierra como al océano y atmósfera que la rodean. Asimismo, se dedica a la capacitación de estudiantes universitarios a través de sus programas de investigación.

(<http://www.igp.gob.pe/igp.html>)

2.14. Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA)

La CONIDA es un órgano de apoyo del Ministerio de Defensa cuyo objetivo es propiciar y desarrollar con fines pacíficos, investigaciones y trabajos concernientes al progreso del país en lo espacial. Asimismo, propone la legislación nacional aplicable al espacio y celebra convenios de colaboración con instituciones afines, privadas, nacionales o extranjeras, en concordancia con las disposiciones legales.

(<http://www.conida.gob.pe/conida.htm>)

2.15. Instituto Geográfico Nacional (IGN)

El ING es el más alto organismo encargado de realizar y normar las actividades Geográfico-Cartográficas que el país requiere para su desarrollo y defensa. Su responsabilidad es la elaboración y actualización de la Carta Nacional.

Sus objetivos son: (a) el levantamiento y mantenimiento sistemático de la cartografía básica en las diferentes escalas; (b) el desarrollo y actualización de la red geodésica fundamental del país; (c) la generación y manutención del archivo de datos geográficos; (d) el fomento de la investigación científica y tecnológica de las ciencias geográfico-cartográficas; (e) la satisfacción de las necesidades de información de los usuarios cartográficos a través del sistema de información cartográfica; y (f) la consolidación de su posición como ente rector de la cartografía nacional.

(<http://www.ignperu.gob.pe/>)

2.16. Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) es una institución pública descentralizada del sector Energía y Minas con la misión de normar, promover, supervisar y desarrollar las actividades aplicativas de la energía nuclear de tal forma que contribuyan eficazmente al desarrollo nacional. Dirige sus actividades de promoción e investigación aplicada a través de proyectos de interés socioeconómico, en armonía con las necesidades del país, incentivando la participación del sector privado, mediante la transferencia de tecnología.

En el ámbito del control de la aplicación de las actividades relacionadas con radiaciones ionizantes, el IPEN actúa como Autoridad Nacional, velando fundamentalmente por el cumplimiento de las Normas, Reglamentos y Guías orientadas, para la operación segura de las instalaciones nucleares y radiactivas, basadas en el nuevo Reglamento de Seguridad Radiológica aprobado mediante D.S.Nº 009-97-EM y las recomendaciones del Organismo Internacional de la Energía Atómica - OIEA.

El IPEN pone a disposición de los sectores industrial, médico, agropecuario, así como investigación y educación, una serie de servicios tecnológicos. La calidad de los productos desarrollados por el IPEN esta garantizada por los rigurosos controles de calidad que se llevan a cabo.

(<http://www.ipen.gob.pe>)

2.17. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

El INGEMMET tiene como función la de preparar y difundir la información geológica y de los recursos minerales del territorio para promover la inversión minera y el desarrollo de otras actividades económicas que de ella requieren, tales como agricultura, construcción, defensa civil, planeamiento territorial y medio ambiente.

(http://www.peru.gob.pe/gobierno/det_institucion.asp?cod_institucion=94)

3. Gobierno

Casi ningún gobierno en el Perú ha reconocido la importancia de la ciencia y tecnología para el desarrollo nacional. A pesar de los esfuerzos desplegados por otros países latinoamericanos para crear un marco institucional adecuado para la promoción de

actividades en ciencia y tecnología y de las ideas difundidas por diversos organismos regionales, como el Pacto Andino, poco es lo que el estado peruano ha hecho por promover estas actividades.

La escasa comprensión de las autoridades estatales sobre la manera en que la ciencia y tecnología (o el conocimiento) contribuyen a elevar los niveles de productividad de las empresas y, por tanto, a contribuir al crecimiento económico ha determinado que las pocas políticas de ciencia y tecnología en el país se hayan centrado en la creación de organismos estatales sin ninguna vinculación con las esferas productivas o incluso entre ellos mismos.

Es así, que salvo políticas destinadas a la regulación de la transferencia de tecnología, más bien por razones fiscales, y de políticas incentivando o desincentivando la importación de tecnología en capital y equipos²⁰; hay una total inexistencia de políticas que respalden a las empresas a realizar actividades de ciencia y tecnología como, por ejemplo, la provisión de créditos o fondos para actividades de innovación y la protección de la propiedad intelectual, entre otros.

Aun cuando recientemente se ha promulgado una ley que respalda la creación de un Plan de Emergencia de Apoyo a la Ciencia, Tecnología e Innovación, ésta se encuentra totalmente desarticulada del resto de la legislación sectorial.

4. Universidades

El Perú cuenta con un número excesivo de universidades: 27 universidades estatales, 26 universidades privadas, 7 universidades estatales en proceso y 17 privadas en proceso. Este elevado número de universidades pretende satisfacer la creciente demanda por educación superior en el país. Sin embargo, los niveles de calidad de la educación que imparte la mayoría de estos centros es bastante bajo.

En el caso de las universidades estatales, la reducción del presupuesto asignado al sector educación ha impedido que se mantenga la infraestructura necesaria para la enseñanza de carreras de ciencias e ingenierías. Esta reducción también ha afectado a la investigación realizada por estos centros. Las universidades particulares, por su parte, son bastante disímiles habiendo algunas reconocidas por su excelencia académica y la gran mayoría por brindar una educación mediocre. Estas universidades no suelen realizar actividades de investigación científica.

- Se producen más graduados en ciencias sociales que en ingeniería y en ciencias
- La calidad de los graduados en ingeniería y ciencias no es satisfactoria
- El número de PhD en ingeniería y ciencias es muy bajo
- La calidad de las universidades en ingenierías y ciencias es baja
- Las universidades tienen una débil cultura de investigación y pocas capacidades
- La investigación con relevancia industrial es mínima

5. Relaciones entre actores locales

²⁰ En épocas en las que se adoptó el modelo de sustitución de importaciones se trató de desincentivar la importación de bienes de capital y equipos, mientras que en épocas marcadas por la apertura de los mercados se optó por políticas que abaratasen dichas importaciones.

De las secciones anteriores, se puede apreciar que hay una limitada relación entre los diferentes actores que forman parte del SIT peruano.

- Débiles relaciones clientes-productores
- Poca cooperación entre firmas en la misma industria o industrias relacionadas
- Pocos spillovers de transnacionales
- Débil relación entre universidades y empresas
- Débil relación entre organizaciones de ciencia y tecnología, y empresas
- Capacitación de instituciones gubernamentales fracasa en elevar las capacidades de las empresas
- Incentivos fiscales y financieros no son efectivos para estimular una demanda por inversión en desarrollo tecnológico de las empresas

En los últimos años, sin embargo, se han creado una serie de organismos y programas cuyo objetivo es de brindar apoyo técnico y asesoría a las empresas nacionales. La mayoría de estos organismos y programas han sido creado por iniciativa de los sectores productivos, públicos y privados, contando con financiamiento de fuentes de cooperación internacional. Un rasgo saltante de estos organismos y programas es que no están vinculados a las instituciones oficiales dedicadas a actividades científicas y tecnológicas.

A continuación se describen algunos de estos organismos y programas:

5.1. Programas del Centro de Desarrollo Industrial de la Sociedad Nacional de Industrias

- da asesoría y asistencia técnica en organización de la producción
- da asesoría y asistencia técnica en sistemas de calidad
- da asistencia para conseguir la certificación ISO (9000 and 14000)
- da capacitación
- da capacitación en gerencia de compras
- prepara directores industriales
- tiene un banco de información
- promueve la relación entre proveedores y compradores
- es la contraparte peruana del Consejo Mundial de la Competitividad
- patrocina con otros la Semana de la Calidad y la Competencia Nacional de la Calidad
- edita la revista "Calidad y Excelencia"

5.2. Sistema de CITEs (Centros de Innovación Tecnológica)

El sistema de Centros de innovación Tecnológica (CITE) es un instrumento para elevar el nivel tecnológico y la capacidad de innovación de las empresas para alcanzar mayor competitividad y productividad. Sus objetivos son: (a) crear una imagen del Producto Peruano para la exportación y el consumo nacional; (b) crear un ambiente tecnológico propicio para las inversiones y la asociatividad; (c) canalizar transferencia de tecnología a las PyMES; (d) mejorar la calidad y la diferenciación de productos, así como promover el diseño, patronaje y el uso de planos asistido por computador; (e) realizar investigación y desarrollo para mejorar la productividad y dar mayor valor agregado a recursos naturales; (f) formar y actualizar los recursos humanos, así como a capacitadores para este fin; (g) difundir información tecnológica sobre tendencias de moda y de mercados; (h) monitorear y hacer

prospectiva tecnológica; e (i) promover las normas técnicas de cada sub-sector (Carazo et al, 2000).

Los CITE se crean de acuerdo a criterios como la generación de empleo e ingresos del sub-sector a atender; el grado de eslabonamiento y sinergias del sub-sector; la existencia de conglomerados de PyMEs que faciliten la difusión rápida de la tecnología y acciones de apoyo al sector; el nivel de valor agregado, competitividad regional e identidad nacional que genera el sub-sector; las perspectivas de sus mercados; la disponibilidad de tecnologías de fácil incorporación y una masa crítica de empresas e instituciones a quienes atender.

De acuerdo a los criterios anteriores, el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales creó los siguientes CITES:

FASE 1999 – 2001		
CITE	Sector	Cluster
CITEccal	Cuero, Calzado e Industrias Conexas	Caquetá – Lima Trujillo (Minka y PASE) Arequipa – (Habitat) Huancayo (INIDER)
CITEmadera	Madera y muebles	Villa El Salvador Pucallpa
CITEvid	Vitivinícola	Ica –Moquegua – Tacna Majes II – Cascas
CITEtec - alpaca	Textil – Confecciones Algodón y mezclas Tejidos de Alpaca y otras fibras animales	Lima-Chincha Arequipa - Puno
II FASE 2002-2004		
CITEmetalmeccánica	Metalmeccánica	Lima-Callao Arequipa
CITEempaque	Empaque y embalaje	Tacna-Piura Convenio con CETICOS
CITEturismo	Hotelería y turismo	Convenio con PASE
CITEagroindustrial	Agroindustria costa	Tacna-Ica-Arequipa La Libertad-Lambayeque- Piura
CITEcerámica	Cerámica y afines	Asoc. de Ceramistas VICUS de Chulucanas (Piura)
CITEfrutas tropicales y plantas medicinales	Procesamiento de frutas tropicales y plantas medicinales	Loreto

Fuente: Carazo, Mercedes (1999) “Centros De Innovación Tecnológica, un Desafío para la Microempresa”, MITINCI, Lima.

5.3. Unidades Municipales de Promoción Empresarial (UMPES)

El Programa de Promoción Municipal del Desarrollo Empresarial (PROMDE) tiene como objetivo básico comprometer a los gobiernos locales en la promoción del desarrollo local, a través de la creación de Unidades Municipales de Promoción Empresarial (UMPES).

La UMPES son financiadas por los propios municipios y tiene las funciones de: (a) concertación del desarrollo local; (b) brindar información y gestión de servicios financieros y no financieros; y (c) realizar ajustes en la administración, reglamentación y tributación local. (Memoria del I Congreso Nacional PYME)²¹

5.4. Centros de transferencia tecnológica de universidades

Algunas universidades, especialmente aquellas que tienen una infraestructura adecuada de laboratorios, han empezado a brindar servicios al sector empresarial como una manera de generar recursos propios. Entre ellas se tienen a:

- a. Centro de Servicios y Transferencia Tecnológica de la Pontificia Universidad Católica del Perú (CTT - PUCP)

El CTT - PUCP es una organización que canaliza la oferta tecnológica de la Pontificia Universidad Católica del Perú hacia las empresas e instituciones, prestándole una gama de servicios de consultoría y soporte tecnológico en las áreas de Ciencias e Ingeniería, Educación, Economía, Administración, Ciencias Humanas, Letras y Artes. (<http://www.pucp.edu.pe/~ctt/portada.htm>)

- b. UNITEC (UNI)

Es el nexo de la universidad con las empresas. Organiza la oferta tecnológica de la UNI en las siguientes macroáreas: medio ambiente y urbanismo, gestión, sistemas, metalmeccánica, energía, procesos industriales, electrónica y telecomunicaciones, construcción, minería y metalurgia, tecnología avanzada y capacitación. UNITEC C&T ofrece al empresariado nacional los servicios profesionales de mil ingenieros y 40 laboratorios especializados. Está en condiciones de organizar trabajos multidisciplinarios, conforme a las demandas de la industria. Es la más poderosa consultora nacional medida en términos de capital humano y activos de investigación.

(<http://quipu.uni.edu.pe/OtrosWWW/webproof/public/revistas/paqarina/1/6.htm>)

- c. UNA
- d. San Martín de Porres
- e. Universidad de Trujillo
- f. Universidad de Arequipa
- g. Universidad de Tacna
- h. Universidad Católica Sedes Sapientiae (convenio COPEI, financiamiento italiano)

21 Memoria del I Congreso Nacional PYME "La Transformación de la PYME: Base del Desarrollo Económico y Social de la Nicaragua del Siglo XXI" Ministerio de Fomento, Industria y Comercio Dirección de Políticas de Fomento a las PYMEs Managua, Nicaragua 29 y 30 de marzo, 2001.

5.5. Proyecto FORTEPE (Ministerio de Educación y Unión Europea para innovar en la formación de docentes de educación técnica)

Este programa es producto de un Convenio de Financiación entre la Unión Europea y la República del Perú. Comprende dos proyectos: "Proyecto Horizontal de Formación de Formadores en Educación Tecnológica" (PROTEC), cuyo objetivo es mejorar la calidad del sistema de educación técnica y formación profesional del Perú; y "Proyecto de Formación de Maestros en Educación Bilingüe Intercultural de la Amazonía Peruana" (PROEBI), cuyo objetivo es mejorar la educación básica y la integración intercultural de las comunidades indígenas de la Amazonía Peruana..

Cada proyecto cuenta con una Unidad de Gestión, ambas bajo responsabilidad y dirección de la Co-Dirección europea y peruana. Ambos proyectos contempla adquisición de equipos, material didáctico, formación de Formadores/Capacitación y Asistencia Técnica y su ejecución se prevé desde 1998 hasta 2002.

(http://www.minedu.gob.pe/gestion_pedagogica/dir_edu_secun_tecnologica/proyectos/forte_pe/fortepe.htm)

5.6. BONOPYME

Es un programa de apoyo financiero para solicitar asistencia técnica dirigido a PyMES. Los Bonos de Capacitación y Asistencia Técnica facilitan un monto de US\$200.00 por empresa, los cuales contribuyen con el 80% del pago de servicios de capacitación y asistencia técnica. La empresa selecciona el proveedor de servicios y asistencia técnica entre unas 50 instituciones especializadas (incluyendo los centros de servicio). Actualmente los BONOPYME operan con recursos de un Fondo de capacitación laboral formado por utilidades que superan el monto permitido para distribuir en las empresas se está impulsando esta metodología en diversas regiones.

5.7. INFOSIEM

El INFOSIEM es una organización creada por CONFIEP, COFIDE y MITINCI cuyo objetivo es brindar información confiable y oportuna para las empresas, instituciones y consultores relacionados con la actividad empresarial.

Sus principales productos y servicios son: los directorios de empresas, la provisión de oferta financiera para PyMEs, servicios de estadística sobre producción nacional y turismo, información sobre comercio exterior, bibliografía especializada y servicios de Internet.

(<http://hermes.pucp.edu.pe/~cide/archivos/conf1/expo1.ppt>.)

5.8. OTROS CENTROS DE APOYO EMPRESARIAL

Existen otros centros que brindan apoyo al desarrollo empresarial, entre los principales se encuentra el Banco Interamericano de desarrollo (BID), Intermediate Technology Development Group (ITDG) y el Consorcio de Pequeñas y Medianas Empresas.

6. Relación entre actores locales y externos

Una de las principales fuentes de conocimiento en los países en desarrollo se constituye a través de las vinculaciones de los agentes locales con aquellos externos. Estas relaciones son generalmente de tres tipos: las comerciales establecidas entre las empresas locales y sus proveedores, las de colaboración entre instituciones y las resultantes de los programas de cooperación técnica.

El primer tipo de relación se da principalmente entre empresas nacionales o extranjeras funcionando en el país y sus proveedores extranjeros. Muchas de estas empresas operan en mercados internacionales y hacen uso de tecnologías de punta que son generadas en los países industrializados. La falta de capacidades nacionales y los estrictos estándares a las que son sujetos sus productos hacen que se dependan de servicios tecnológicos provistos en el exterior. Empresas de los sectores extractivos como minería y petróleo presentan relaciones de este tipo. Debido a que estas relaciones se realizan en condiciones comerciales, el conocimiento adquirido generalmente no se difunde fuera de la empresa.

El segundo tipo de relación se da entre las universidades y los distintos tipos de instituciones vinculadas a la investigación y desarrollo. Estas relaciones generalmente se establecen por contactos de los investigadores que trabajan en estas instituciones. Sus beneficios son el mejoramiento de las capacidades de los investigadores locales a través del mismo trabajo, de pasantías en instituciones extranjeras e incluso de becas para proseguir estudios de postgrado. Cuando los investigadores nacionales también se dedican a la docencia se amplía el efecto de incremento de capacidades locales. Asimismo, introduce a los investigadores e instituciones nacionales en el circuito de financiadores de actividades científicas y tecnológicas. Por otro lado, este tipo de relación puede generar una subordinación de las agendas de investigación locales a aquellas definidas en los países más desarrollados. El efecto de esta subordinación no sólo se reduce a investigar temas que no son relevantes para el país, sino que puede generar frustración entre los investigadores locales cuando la relación de cooperación se termina y se encuentran sobrecalificados y sin oportunidades de aplicar el conocimiento que han adquirido.

El tercer tipo de relación se establece a través de los programas de cooperación técnica y consiste, entre otros, en la provisión de servicios de asesoría técnica a empresas o instituciones nacionales, la financiación de proyectos de desarrollo con el objeto de elevar las capacidades locales, etc.

ANEXO E

Elements of an integrative conceptual framework for knowledge technology and innovation **(Elementos de un marco conceptual integral para el conocimiento, la tecnología y la innovación)²²**

In order to offer an alternative and comprehensive view of the emergence and diffusion of modern science in the developing countries, it is necessary to consider the process of generation, transmission and utilization of knowledge in an integral manner. For this purpose, it is possible to distinguish a set of three components that, together with their interrelations, configure an integrative conceptual framework to account for the way in which modern knowledge, technology and productive activities spread throughout the world.

The first component is the *evolution of speculative thought* which seeks to generate knowledge to understand natural and social phenomena, and also to offer explanations that give sense to human existence. The second component is the *transformation of the technological base* that provides every human group with a set of organized responses to confront the challenges posed by the physical and social environment, and also with the criteria to select the most appropriate among these responses. The third component is the *expansion and modification of productive activities*, which provide goods and services to satisfy the needs of a community and of the individuals that compose it. These three components, considered in a dynamic fashion as currents in constant change, are linked to each other through a set of institutional arrangements, and are immersed in the broader social, cultural and political context that envelopes human societies.

At a given time and place, a social group can be characterized by the way in which these three currents unfold and relate to each other, by the form in which these currents are linked with their counterparts in other societies, and by the specific nature of the interactions between these three currents and the institutional and social environment in which they are immersed.

Although the Western worldview cannot be considered as the privileged or unique frame of reference to examine the achievements of the great diversity of human societies, it is impossible to deny that, because of its success in the material and intellectual realms, the West wields enormous influence throughout the world—to the extent that it implicitly provides a yardstick to view the relative standing of other societies. However, in order to highlight the extraordinarily diverse ways in which human beings think and act, and also the enormous potential that this diversity embodies for the future of humanity, it is necessary to move away from the powerful shadow cast by the dominance of Western concepts and things.

The development of the different civilizations and societies in the last several centuries should be seen as a complex whole, whose components are in continuous action and transformation, and in which a perspective—the Western one—came to influence all others during several centuries. At the same time, other cultures preserved their individuality, influenced Western civilization, and gave rise to new hybrid forms of conceiving the world and relating to it. The image of all civilizations and cultures of the world converging to the

²² Extraído del marco conceptual sobre conocimiento, tecnología y producción desarrollado en Sagastí (2002a)

culmination and greater glory of the West, implicit in the metaphor of different cultures as tributary rivers that converge on the sea of Western civilization, is rather biased and even suspect.²³

When displacing the perspective of Western civilization as the privileged frame of reference to appreciate the march of other cultures, there still remains the problem of posing a direction for the process of social evolution that could provide, at least to some extent, a backdrop for comparative studies and for avoiding the potential excesses of cultural relativism. Two options emerge in this regard. The first is to posit a broad vision of the future direction for the evolution of humanity, which should be acceptable to many different cultures and societies. One leading candidate is the process of “emancipation” from the forces of nature and from the dominance of other individuals, which could be considered as the capacity of human beings to forge their own destiny and to realize fully their own potential. From this perspective, emancipation could be considered as a key value and as an end in itself, and the process of development as the gradual, but not necessarily linear, advancement towards this end.²⁴

A second option is to view human evolution as the open-ended process of creating and realizing new values (as well as reinterpreting and realizing old ones), and of seeking to articulate shared perceptions of what humanity is and should be. Implicit in this approach is the acceptance of human diversity as a source of potential new values, and the need to agree on ways to articulate those shared perceptions. This, in turn, requires recognizing that values can be in contradiction, that there is a need for conflict resolution procedures, and that openness, tolerance and respect for the views of others are a prerequisite for shared value creation and realization. From this perspective, development may be seen as the complex and arduous process of devising the means for advancing towards creating and putting shared values in practice.

Development, whether conceived as advancing towards emancipation or towards the creation and realization of values, requires that human societies continuously improve their understanding and mastery of the phenomena that affect them. For more than three centuries, and in spite of limitations that have become evident as we enter the 21st century, modern science has shown to be the most efficient way of generating knowledge to improve our understanding. Research and the systematic examination (*logos*) of the repertoire of responses available to act upon natural and social phenomena (*techné*) have given rise to a vast array of technologies to confront the challenges posed by these phenomena. Productive

²³ In this sense, it is convenient to recall what Alvarez (1979, p.2) has stated:

“... Human history may be better described not as a movement of different peoples towards some convergent mythical future (al though at different speeds and in distinct groups), but as the experience of many discontinuous cultures, each in itself equally important as exhibiting the variability of products of human inventiveness, each crystallizing a system of meanings irreducible to the others.”

Ortega y Gasset (1968, p. 77) has argued along the same lines, with particular reference to techniques when he opposes:

“... [the tendency] as spontaneous as excessive, reigning in our time, to believe that in the last analysis there is truly no more than one technique, which is the actual European American technique, and that everything else was just clumsy babble towards it.

[It is necessary] to counteract this tendency, and to submerge the technique of the present time as one of the many in a vast and multiform panorama of human techniques, revaluing in this way their sense and showing how to each project and model of humanity there corresponds a particular technique.”

²⁴ Wertheim (1974, pp. 40-41) suggests that “... the general tendency of human evolution... consists in a growing emancipation from the forces of nature... [and]...the emancipation from the domination of privileged individuals or groups”. This is similar to Sen’s (1999) idea of “development as freedom”.

and service activities associated to modern science-based technologies have acquired an enormous potential to satisfy all kinds of human needs.

As a consequence, development becomes a nearly impossible task without a minimum level of autonomous capabilities to generate scientific knowledge, to transform it into technologies, and for incorporating these science-related technologies into productive and service activities.

From this perspective, it is possible to distinguish between two types of societies. First, those where the evolution of speculative thought led to or embraced modern science, where scientific activities were directly linked with technological advances, and where such advancements led to improvements in production and service activities. Second, those in which the process of knowledge generation was not associated with modern science to any significant extent, where the technical base remained largely isolated from modern science, and where production and service activities did not depend on domestic scientific research or technological advance.

Figure 1 indicates that a close interaction between science and technology in developed countries nurtured an underpinned the evolution of productive activities. Without the capacity to generate scientific knowledge, to transform it into technologies that were used in the production of improved goods and services, these countries could have not achieved their high rates of economic growth and of improvement in living standards. The close and continuous interaction between science, technology and production led to the creation of an *endogenous scientific and technological base*. This consists in the accumulation of scientific research and technological development capabilities that make it possible to generate new knowledge, and also to modify, adapt and recombine existing knowledge, which is then deployed to produce goods and services. In turn, through learning-by-doing and learning-by-using, the utilization of knowledge and technologies in the productive sector leads to incremental technical innovations, to the further accumulation of technological capabilities and to new areas for scientific research.

Developing countries were not successful in generating such an endogenous scientific and technological base. Their worldviews differed from those of Western societies where science superseded religion and myth as means to generate knowledge for explaining and understanding natural and social phenomena. In these countries, God's will and divine interventions, as well as mysterious and mystical forces, continued to structure the relationships between human beings and the natural and social phenomena that affected them. The evolution of their technical base was the largely a result of localized trial and error processes, and the transformations experienced by the production system were also the result of slow changes made to adapt to local conditions and demands.

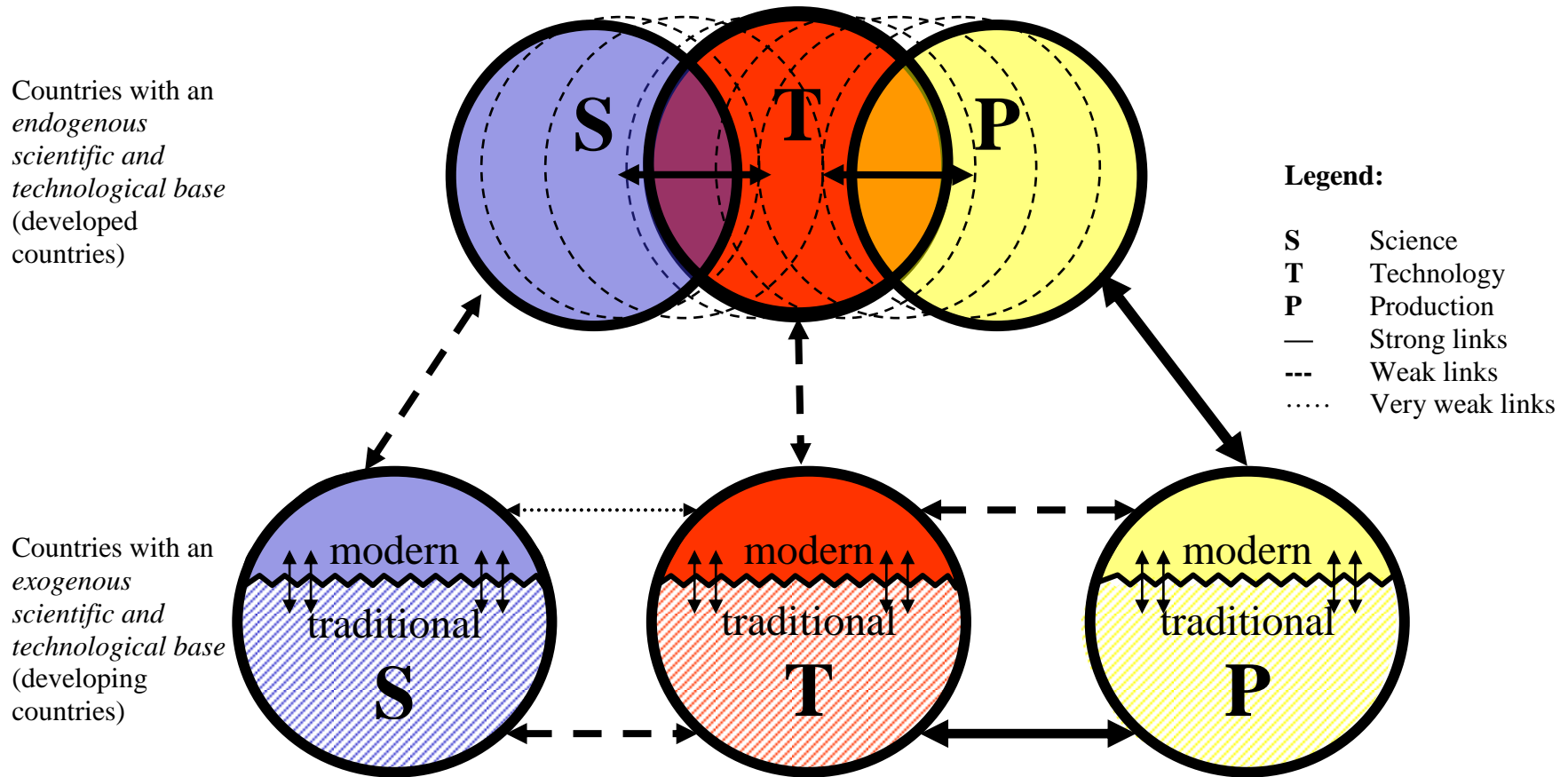
To the extent that developing countries interacted with their Western counterparts during the last four centuries, they acquired a thin layer of modern scientific, technological and productive activities that usually remained isolated from each other. Traditional practices were employed in most production activities, many of which were location specific. With few interactions between modern science and both indigenous and modern technologies, and with very little relation between their modern technological activities and their traditional and modern productive systems, these countries evolved an *exogenous scientific and technological base*.

The elements or components of the proposed conceptual framework can be summarized as follows: three currents of human activities (evolution of speculative thought, transformation of the technological base, and modification of productive and service activities); the social, cultural and political context, together with the institutional arrangements, in which these three currents unfold; the interactions among these three currents, and between these currents and their counterparts in other societies; a direction for the evolution of human activities (emancipation, value creation and realization, development); and an instrumental condition (to acquire an endogenous scientific and technological base).

The unfolding and deployment of these components over time characterize the historical development of societies, help to understand the current worldwide distribution of scientific and technological capabilities, and suggest possible avenues towards development and the acquisition of an endogenous scientific and technological base. The next section summarizes briefly the evolution of speculative thought, the transformation of the technological base, the expansion and modification of productive activities, and the institutional arrangements that support them, highlighting the way in which they have interacted during the last several centuries.

FIGURE 1

Relations between science, technology and production in developed and developing countries



Source: adapted from Sagasti (1979a), p. 13.

ANEXO F

Investigación Científica e Innovación Tecnológica²⁵

Un último conjunto de hebras que conforman la línea estratégica de gestión del medio ambiente, recursos naturales, ciencia y tecnología se refiere al desarrollo de las capacidades de investigación científica e innovación tecnológica, que al iniciarse el siglo 21 se han transformado en el fundamento de la prosperidad y el bienestar. El mundo está ingresando en forma acelerada y desigual a la “sociedad del conocimiento”, en donde la posibilidad de crear riqueza y de mejorar las condiciones de vida depende cada vez más de la capacidad de generar, incorporar, asimilar, utilizar y diseminar conocimientos científicos y tecnológicos.

Uno de los aspectos más visibles de la sociedad del conocimiento es que los avances tecnológicos y las innovaciones vinculadas a la microelectrónica y al procesamiento de información están modificando radicalmente la organización de las actividades productivas y sociales. Las fuentes de la productividad y de generación de riqueza dependen cada vez más de la investigación científica y la innovación tecnológica, así como de la calidad de la información y de la capacidad de las empresas, organizaciones y gobiernos para administrar el conocimiento.

La sociedad del conocimiento y los paradigmas tecnoeconómicos

La producción de conocimientos científicos y tecnológicos se ha expandido a un ritmo asombroso desde la Segunda Guerra Mundial, y en la actualidad el acervo mundial de conocimiento se duplica cada cuatro o cinco años. Esta explosión de datos, información, conceptos, ideas, teorías y de todo tipo de construcciones mentales para entender y explicar el mundo que nos rodea –es decir, todo lo que abarca la palabra conocimiento– ha sido acompañada de una serie de cambios fundamentales en la investigación científica, la innovación tecnológica y en la forma en que la ciencia y la tecnología se vinculan a las actividades productivas y sociales.

Durante los últimos cinco decenios la investigación científica –la principal manera de generar conocimientos en la actualidad– se ha vuelto mucho más compleja y costosa. Requiere de un gran número de investigadores, técnicos y personal de apoyo altamente capacitados y especializados, y también de equipos y laboratorios cada vez más sofisticados. Al mismo tiempo, la estrecha relación que se ha forjado entre la investigación científica, la innovación tecnológica y la explotación comercial de los conocimientos está dando lugar a un inusitado conjunto de alianzas entre empresas privadas, universidades, centros académicos, agencias gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil.

Paralelamente a estos cambios, las desigualdades que existen entre los países ricos y los países pobres en cuanto a su capacidad científica y tecnológica han venido aumentando aceleradamente, al punto que en la actualidad son mucho más profundas y persistentes que las desigualdades en la distribución de la riqueza. Al finalizar el siglo 20 el ingreso por habitante de los 24 países ricos de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) era aproximadamente 60 veces mayor que el de los 50 países más pobres (de acuerdo

²⁵ Parte del capítulo 5 “Gestión del Medio Ambiente, Recursos Naturales, Ciencia y Tecnología” del Informe Final de Agenda: Perú, Agenda: Perú (2000)

al Banco Mundial); por otro lado, la inversión por habitante en ciencia y tecnología de los países ricos era 220 veces mayor que la de los países pobres.

El 95% del gasto mundial en investigación y desarrollo tiene lugar en los países industrializados, en donde representa entre el 1.8% y el 2.5% del producto bruto interno (PBI). En contraste, durante los últimos decenios, este porcentaje se ha mantenido en alrededor del 0.3% en América Latina. En el Perú, el gasto en investigación y desarrollo se mantuvo en alrededor del 0.15% del PBI durante los últimos cuarenta años (aunque algunos estimados lo sitúan alrededor del 0.07% del PBI a mediados del decenio de los noventa).

Estas abrumadoras diferencias en la capacidad para realizar investigaciones científicas plantean el desafío de aprovechar el enorme acervo mundial de conocimientos que se ha venido acumulando durante siglos. Los avances en las ciencias de la información, computación y telecomunicaciones –en especial el Internet– ponen al alcance de los investigadores que viven en los países en desarrollo una enorme cantidad de información que antes sólo se encontraba en bibliotecas y centros especializados en los países ricos. Permiten, además, establecer nuevas formas de cooperación entre los miembros de la comunidad científica, y vincular a quienes trabajaban de manera aislada en los países en desarrollo con sus contrapartes en los centros científicos más importantes del mundo.

Los cambios en la manera en que se lleva a cabo la investigación científica y la acumulación de conocimientos –en principio–, cada vez más accesibles, señalan la urgencia de diseñar estrategias para acceder y utilizar el acervo mundial de conocimientos.

Una condición previa para esto es contar con una base de recursos humanos altamente calificados y con una amplia infraestructura de telecomunicaciones, capaz de vincular a los países en desarrollo con los centros mundiales de producción y almacenamiento de conocimientos. Además, es preciso disponer de un conjunto de organizaciones –empresas consultoras, centros de información, agencias gubernamentales, instituciones académicas, medios masivos de comunicación– especializadas en identificar, obtener y procesar información científica y tecnológica para ponerla a disposición de los usuarios.

Las transformaciones que ha venido experimentando el proceso de investigación ponen de manifiesto la necesidad de ser selectivos en la identificación de prioridades para invertir en ciencia y tecnología, de ser rigurosos en la asignación de recursos para la investigación con el fin de asegurar un alto nivel de excelencia, y de mantener un apoyo constante para el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas a lo largo del tiempo. De acuerdo a la experiencia de otros países, se requieren entre 15 y 20 años de esfuerzos continuos para desarrollar una capacidad de investigación que esté a la altura de las exigencias de la comunidad científica internacional.

Por otra parte, la incorporación de nuevas tecnologías en las actividades productivas y sociales –lo que se denomina innovación tecnológica– se ha vuelto más compleja, se ha acelerado notablemente, involucra inversiones cada vez más elevadas, requiere de la participación de una amplia gama de organizaciones de apoyo y de un nuevo tipo de gestión empresarial orientado al cambio y aprendizaje permanente.

RECUADRO 5.12
Los cambios de paradigma tecnoeconómico

Un paradigma tecnoeconómico consiste en un conjunto de innovaciones tecnológicas y de ramas productivas de rápido crecimiento, vinculado a un “factor clave” que organiza y estructura el proceso de selección económica entre la gama de posibilidades tecnológicas, y afecta las condiciones de producción y distribución de todas las demás ramas de la economía. Un paradigma tecnoeconómico es el resultado de un juego recíproco de fuerzas tecnológicas, económicas y políticas, y toma un tiempo relativamente largo en articularse y difundirse.

El paradigma tecnoeconómico vigente entre 1780 y 1840 se basó en el algodón y el hierro como insumos productivos claves para la manufactura de textiles de algodón, de máquinas de vapor y maquinaria industrial, que fueron los motores de la primera revolución industrial.

Entre 1840 y 1880 un segundo paradigma tecnoeconómico tuvo como factor clave al carbón que permitió una amplia difusión de las máquinas de vapor, las que a su vez dieron lugar a la expansión de la industria manufacturera.

Entre 1890 y 1940 el acero y la generación de electricidad fueron los factores claves de un nuevo paradigma tecnoeconómico en el cual la ingeniería pesada cobró gran importancia (construcción de barcos, grandes máquinas, centrales hidroeléctricas, líneas de transmisión, nuevos equipos industriales). Durante este período se organizó el sistema de producción de líneas de ensamblaje de productos homogéneos fabricados en gran escala.

Entre 1940 y mediados del decenio de 1980, la disponibilidad de energía barata, en particular de petróleo, fue el factor clave del siguiente paradigma tecnoeconómico. Se masificó la producción de automóviles y otros medios de transporte, de bienes de consumo durable y de artefactos electrodomésticos.

Se establecieron plantas de procesos químicos en gran escala y se desarrollaron productos sintéticos a base del petróleo.

El paradigma tecnoeconómico basado en el petróleo barato aún permanece vigente, pero desde hace unos quince años está siendo rápidamente desplazado por un nuevo paradigma cuyos factores claves son el microchip electrónico y los programas (*software*) para procesar información. La incorporación de chips cada vez más poderosos a una amplia gama de productos y las nuevas capacidades de automatización y manejo de la información están transformando todas las actividades productivas y de servicios.

Las nuevas tecnologías de la información, y en particular las telecomunicaciones, están cambiando radicalmente las interacciones entre personas y entre organizaciones. El nuevo paradigma tecnoeconómico basado en el microchip y el procesamiento de la información permite producir eficientemente en pequeña escala, cambiar rápidamente el producto de acuerdo a la demanda, y producir bienes adaptados a las preferencias de individuos o pequeños grupos. La emergencia de Internet y del comercio electrónico, así como el impacto que estas actividades tienen en la economía (por ejemplo, en los mercados de valores), están alterando los patrones establecidos de competitividad y dando lugar a una novedosa gama de actividades productivas, a un aumento en la productividad de las industrias manufactureras y a la emergencia de nuevas actividades de servicios.

La capacidad de manejar información y de utilizar el conocimiento es clave para alcanzar una mayor eficiencia y competitividad en este nuevo paradigma. Esto está modificando radicalmente el sentido común gerencial y el de la formalicen de políticas que prevalecía hasta hace unos pocos años en las empresas y las agencias gubernamentales.

Fuente: Pérez, Carlota (2000) *Technological Change and Opportunities for Development as a Moving Target*, trabajo presentado en la reunión de UNCTAD X, Bangkok, febrero del 2000; Sagasti, Francisco (1997) “El futuro de la ingeniería industrial en el Perú”, Agenda: Perú, Lima.

Para lograr la prosperidad y el bienestar en la sociedad del conocimiento es necesario contar con un “sistema nacional de innovación” que sea capaz de generar continuamente mayor eficiencia, productividad y competitividad en las principales ramas de la actividad económica, y también de mejorar la calidad y la provisión de los servicios sociales.

Configurar un sistema nacional de innovación implica articular las actividades de las agencias gubernamentales, las empresas privadas y las instituciones académicas involucradas en la generación, importación, adaptación y difusión de nuevos conocimientos y tecnologías.

El desempeño empresarial y el de la economía en su conjunto dependen cada vez más de la calidad de las interacciones entre las diversas organizaciones que conforman el sistema nacional de innovación.

En el nuevo contexto de la sociedad del conocimiento las agencias gubernamentales encargadas de diseñar y poner en práctica la política científica y tecnológica en los países en desarrollo tienen una responsabilidad muy especial. Las fuerzas del mercado o las presiones sociales no conducen por sí solas o automáticamente a desarrollar las capacidades científicas y tecnológicas. Se requieren políticas activas de ciencia y tecnología para construir una capacidad de generar conocimientos y crear un entorno favorable a la innovación. Entre otras cosas, esto implica asegurar que exista una coherencia entre las políticas explícitas e implícitas de ciencia y tecnología, y lograr la convergencia de una multiplicidad de iniciativas sobre educación científica, capacitación técnica, información tecnológica, control de calidad, infraestructura física, capital de riesgo y propiedad industrial.

Además de los cambios en la investigación científica y la innovación tecnológica, los avances en el campo de la microelectrónica y las tecnologías de la información –que alimentan y acompañan la transición hacia la sociedad del conocimiento– están configurando un nuevo paradigma tecnoeconómico que ha revolucionando la manera de producir bienes, de prestar servicios y, en general, las formas de organizar la sociedad y las interacciones humanas (recuadro 5.12). El cambio de un paradigma tecnoeconómico a otro genera oportunidades que pueden ser aprovechadas por las empresas, localidades y países que sean capaces de acumular capacidades y adecuarse a las exigencias del nuevo paradigma.

Estamos dejando atrás el paradigma tecnoeconómico basado en el petróleo para avanzar hacia uno basado en el microchip. Esta transición está generando incertidumbre y una serie de cambios fundamentales en la estructura de las economías mundiales. A manera de ilustración, el valor total de las acciones cotizadas en las bolsas de Estados Unidos correspondientes a las empresas dedicadas a la tecnología y los servicios de información –que no están involucradas en la transformación de materiales y muchas de las cuales no existían hace diez años– supera varias veces el valor total de las acciones de las empresas industriales tradicionales que se dedican a la producción de bienes materiales y a la provisión de servicios.

Al iniciarse el siglo 21, la emergencia de la sociedad del conocimiento, los cambios en la investigación científica y en la innovación tecnológica, y la transición hacia un nuevo paradigma tecnoeconómico hacen necesario otorgarle a la ciencia y a la tecnología un lugar privilegiado en el diseño de una estrategia de desarrollo. Avanzar hacia la transformación productiva y la competitividad, la equidad y la integración social, el uso sustentable de los recursos naturales y el adecuado ordenamiento del territorio exige contar con la capacidad de identificar, acceder y utilizar los conocimientos disponibles en el ámbito mundial, así como con la de generar conocimientos en las áreas críticas para el desarrollo nacional.

Desarrollo de la ciencia y la tecnología en el Perú

En marcado contraste con las exigencias de la sociedad del conocimiento y la transición a un nuevo paradigma tecnoeconómico, el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas del Perú se ha estancado desde hace varios decenios. La situación de la investigación científica y de la innovación tecnológica es penosa, las políticas de ciencia y tecnología deficientes, y los gobiernos no han tomado conciencia de la importancia crítica de contar con una comunidad científica activa y consolidada, y con un sistema nacional de

innovación capaz de apoyar los esfuerzos por lograr el bienestar y la prosperidad para todos los peruanos.

La historia de la política científica y tecnológica en el país es bastante reciente. A mediados de los años sesenta se plantearon las primeras ideas acerca de la necesidad de establecer una política de desarrollo científico y tecnológico. El Consejo Nacional de Investigación (CONI) se creó a fines de 1968, pocas semanas después de que el gobierno militar tomase el poder. Pese a esta demostración inicial de interés, el CONI languideció sin obtener apoyo significativo durante los años setenta. Su propuesta de establecer un “Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología” que debía agrupar a todos los laboratorios estatales, centros académicos de investigación y otras instituciones de apoyo a la investigación en una estructura jerárquica y vertical –muy similar a la de las Fuerzas Armadas– nunca se puso en práctica. Asimismo, no se llegó a crear el Fondo Nacional de Investigación, ni se adoptaron las prioridades de investigación establecidas por el CONI. Las universidades continuaron siendo el principal lugar en donde se realizaban investigaciones científicas, con apoyo directo del Estado y en algunos casos de organismos financieros internacionales (en particular del Banco Interamericano de Desarrollo) y de fundaciones extranjeras.

El gobierno militar dictó una serie de leyes generales para alentar el desarrollo de sectores que consideraba claves para el desarrollo nacional. Estas leyes incluyeron disposiciones para promover la investigación tecnológica. Por ejemplo, la Ley General de Industrias estableció que todas las empresas industriales debían dedicar el 2% de su renta neta a la investigación tecnológica, y en caso de no hacerlo, donar esos fondos a una institución de investigación del Estado. Para esto, el antiguo Instituto Nacional de Normas Técnicas y Certificación se convirtió en el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y Normas Técnicas (ITINTEC), que se encargó de supervisar los proyectos de investigación realizados por las empresas privadas y públicas, de efectuar sus propios proyectos, de regular la importación de tecnología y de promover el uso de normas técnicas y el control de calidad. Medidas similares se dictaron para la minería (con la creación del INCITEMI), las telecomunicaciones (con la creación del INICTEL) y la pesquería (con la creación del ITP). A estas instituciones se le sumaron varios centros de investigación agropecuaria, un centro de investigaciones sobre vivienda, algunos centros vinculados a la nutrición y la salud, y los centros de investigación relacionados con las Fuerzas Armadas, todos los cuales recibieron apoyo directo del Estado.

Como resultado de estos esfuerzos, y pese a la inoperancia del Consejo Nacional de Investigación, los recursos destinados a la ciencia y la tecnología se cuadruplicaron entre 1970 y 1980, que llegaron a ser unos US\$120 millones en este último año. Sin embargo, este desarrollo tuvo lugar en el marco de un esquema proteccionista, controlista y con fuerte presencia del Estado, que fue incapaz de utilizar efectivamente la capacidad de investigación tecnológica desarrollada durante esos años.

Durante el decenio de los ochenta se mantuvo la preponderancia estatal en el financiamiento y la ejecución de investigaciones científicas y tecnológicas. El sector privado, fuertemente afectado por la crisis económica de 1982-1983 y por el descalabro hiperinflacionario de fines de los ochenta, prácticamente abandonó la investigación tecnológica. En 1981, el Consejo Nacional de Investigación se transformó en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), pero no se le asignaron mayores recursos financieros. Los institutos sectoriales creados en los años setenta se descuidaron y las asignaciones de recursos del Tesoro Público se redujeron en más del 40% entre 1981 y 1985.

Pese a los esfuerzos del CONCYTEC, el gobierno no le dio importancia a la ciencia y a la tecnología.

Esta situación continuó durante la segunda mitad de los ochenta, con la notable excepción del CONCYTEC, cuyo presupuesto aumentó significativamente. En 1986 esta agencia gubernamental recibió del Tesoro Público US\$2 millones, en 1987 y 1988 alrededor de US\$6 millones, y en 1989 casi US\$16 millones. Estos fondos se utilizaron para entregar un gran número de pequeñas donaciones –que variaban entre US\$3,000 y US\$10,000– a todas aquellas personas que presentaban solicitudes de financiamiento. Sin duda, esto dio como resultado algunas pequeñas investigaciones interesantes y numerosas publicaciones, pero no se evaluaron rigurosamente las solicitudes ni se hizo un seguimiento de las donaciones.

Los recursos del CONCYTEC se repartieron sin establecer prioridades, sin que hubiera una orientación estratégica y distribuidos en montos que impidieron a los proyectos repercutir significativamente en el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas. Mientras, los centros universitarios de investigación y los institutos tecnológicos sectoriales del Estado continuaban abandonados. Se estima que entre 1985 y 1990 el insuficiente presupuesto nacional destinado a la ciencia y la tecnología se redujo por lo menos a la mitad, situación que empeoró con la hiperinflación de 1989-1990. En este último año el presupuesto del CONCYTEC se redujo a la décima parte de su nivel en el año precedente, el gasto en sueldos superó el 90% del presupuesto de los institutos de investigación del sector público y la mayor parte del personal altamente calificado había emigrado hacia el exterior.

A principios de los años noventa la capacidad instalada en el campo del desarrollo científico y tecnológico se había reducido a su mínima expresión, y sobrevivía gracias a la dedicación y al esfuerzo personal de algunos investigadores en centros universitarios y en algunas instituciones del sector público. El CONCYTEC perdió su autonomía y se anexó al Ministerio de Educación. El gasto en investigación científica y tecnológica se mantuvo en alrededor de US\$30 y US\$35 millones, de manera que hacia el año 2000 era el mismo que treinta años antes. En contraste, Corea del Sur –que gastó aproximadamente lo mismo que el Perú hacia fines del decenio de los sesenta– aumentó sus inversiones en ciencia y tecnología en unos US\$9,500 millones a mediados de los noventa y se convirtió en una potencia científica y tecnológica en el lapso de una generación.

Un plan de emergencia

Al iniciarse el siglo 21, la ciencia y la tecnología en el Perú deben declararse en estado de emergencia. Se debe poner en práctica un plan de acción para revitalizar la investigación científica y promover la innovación tecnológica. Este plan debe ser articulado a la brevedad posible por un grupo representativo de líderes de la comunidad científica y tecnológica, sometido a un proceso de consultas y difusión para lograr consensos, y puesto en práctica inmediatamente con el apoyo de los niveles más altos del Poder Ejecutivo y del Congreso.

No hay sustituto para el liderazgo del Estado en el campo de la ciencia y la tecnología. El papel del sector público en las primeras etapas del desarrollo científico y tecnológico es irremplazable, tanto en el diseño de políticas y estrategias como en el financiamiento y en la creación de una infraestructura de recursos humanos, financieros y físicos. Las instituciones académicas, las empresas privadas y las organizaciones de la sociedad civil –universidades, centros de investigación, colegios profesionales, asociaciones científicas,

organizaciones civiles sin fines de lucro— deben participar activamente en este esfuerzo, pero esto no debe eximir al Estado de su responsabilidad.

El plan de emergencia, que debe abarcar un período de cinco años, contempla tres conjuntos de iniciativas: crear nuevas instituciones dedicadas a formular y ejecutar políticas de investigación científica e innovación tecnológica; financiar el desarrollo de las capacidades de investigación científica y tecnológica; y definir las áreas prioritarias donde concentrar recursos y esfuerzos.

En primer lugar, debe restablecerse la plena autonomía y capacidad de acción del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), ponerlo bajo la autoridad del primer ministro, crear una secretaría ejecutiva autónoma y establecer el Fondo Nacional de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica como su brazo financiero. Asimismo, es necesario crear direcciones de innovación tecnológica en cada uno de los cuatro principales ministerios que se propone establecer en la reforma del Poder Ejecutivo (capítulo 7), las cuales tendrán a su cargo la tarea de promover la creación de sistemas de innovación en cada una de sus áreas de competencia. La primera tarea del nuevo CONCYTEC y de las direcciones de innovación tecnológica debe ser preparar las medidas de emergencia que deban adoptarse en el corto plazo, diseñar una estrategia de desarrollo científico y tecnológico para el mediano plazo, y organizar un proceso de consultas y difusión para lograr un amplio consenso nacional que sustente las medidas de emergencia y la estrategia de mediano plazo.

En segundo lugar, es necesario apoyar la investigación científica y tecnológica creando las condiciones y capacidades institucionales. Entre los objetivos del plan de emergencia debe figurar el aumentar las inversiones en ciencia y tecnología diez veces en el lapso de cinco años, para llegar por lo menos a US\$350 millones anuales hacia mediados del decenio del año 2000. Para esto será necesario establecer una serie de mecanismos de financiamiento, aumentar los recursos del Tesoro Público y canalizar recursos de los organismos financieros internacionales y de la cooperación internacional. Asimismo, debe crearse una red de centros de excelencia en las áreas que se definan como prioritarias, y un programa de formación de recursos humanos de alto nivel que debe enviar anualmente unos 1,000 jóvenes peruanos a formarse en el extranjero durante el período de ejecución del plan de emergencia.

El programa de formación de recursos humanos debe ayudar también a crear las condiciones para repatriar, al menos temporalmente, a un número significativo de científicos y profesionales peruanos altamente calificados que laboran en el extranjero. Para esto es pertinente aprovechar la experiencia del Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas con la “transferencia de conocimientos a través de nacionales expatriados” (TOKTEN, según sus siglas en inglés). Este esquema, que se inició a fines de los años ochenta, ha demostrado que los especialistas que emigran y alcanzan éxito en otros países suelen estar dispuestos a prestar asistencia técnica y apoyo científico en sus países de origen, sobre todo cuando se trata de períodos relativamente cortos.

Más de 400 especialistas por año han servido a gobiernos e instituciones públicas y privadas de sus países de origen a través del programa TOKTEN. Apoyado por las Naciones Unidas, este programa opera con voluntarios que colaboran durante períodos que oscilan entre tres semanas y tres meses. Países como Turquía, India y Pakistán lo han aprovechado de manera muy eficiente. Los científicos y profesionales donan sus servicios, frecuentemente apoyados por los centros donde trabajan, y las Naciones Unidas y organizaciones locales

RECUADRO 5.13**Un fondo de apoyo a la investigación científica y tecnológica**

Este fondo se constituirá con un patrimonio intangible de US\$500 millones, provenientes de los ingresos del Estado por concepto de las privatizaciones. Adicionalmente podrá contar con fondos del Tesoro Público, donaciones privadas, recursos de la cooperación internacional y préstamos de organismos financieros internacionales. El fondo de apoyo a la investigación científica y tecnológica financiará proyectos, programas e instituciones de investigación en todo el territorio nacional. Se estima que este fondo podría generar US\$50 millones anuales, un monto que unido a los recursos de contrapartida que asignarían las instituciones receptoras, movilizaría alrededor de US\$100 millones anuales para ciencia y tecnología. A estos recursos se añadirán los fondos del Tesoro Público destinados a las becas de postgrado, así como los recursos financieros provenientes de fuentes internacionales. Este fondo será el principal instrumento financiero durante las primeras etapas del plan de emergencia; su preponderancia disminuirá a medida que se creen otros mecanismos financieros en áreas específicas.

El apoyo del fondo se realizará bajo cuatro modalidades:

- Apoyo institucional a un grupo selecto de centros académicos y de investigación con demostrada excelencia, por un período mínimo de 5 años y máximo de 10.
- Apoyo a programas de investigación y de postgrado, por períodos de 3 a 4 años renovables una sola vez, para desarrollar áreas específicas del conocimiento vinculadas a la estrategia de desarrollo científico y tecnológico.
- Apoyo a proyectos de investigación sobre temas específicos, que deberán realizarse en una institución de investigación o centro académico por períodos de hasta tres años.
- Apoyo a investigadores, por períodos de un año que podrían renovarse dos veces como máximo, para que realicen proyectos con mérito científico en todas las áreas del conocimiento, sin que necesariamente se ajusten a los temas de la estrategia de desarrollo científico y tecnológico.
- Apoyo a los servicios técnicos y de información que se requieran para realizar investigaciones científicas y tecnológicas.

En todos los casos, el fondo requerirá de una contrapartida de las instituciones receptoras, que será aportada en recursos financieros, servicios, utilización de equipos e instalaciones. Todos los apoyos financieros serán otorgados por concurso, y en las primeras etapas se contará con la participación de científicos y expertos internacionales para evaluar las solicitudes de financiamiento. Las áreas de investigación científica y tecnológica a ser apoyadas se definirán de conformidad con el plan estratégico de desarrollo científico y tecnológico.

El fondo estará vinculado directamente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, pero tendrá autonomía financiera.

Fuente: Elaboración propia

cubren los costos de transporte y alojamiento. Estos profesionales han contribuido a elevar la calidad de la investigación científica y tecnológica, a mejorar la aplicación de tecnologías en las actividades productivas y de servicios, a crear nuevos mercados para los productos locales y a difundir las experiencias locales que pueden ser de interés en el ámbito internacional.

Más de 400 especialistas por año han servido a gobiernos e instituciones públicas y privadas de sus países de origen a través del programa TOKTEN. Apoyado por las Naciones Unidas, este programa opera con voluntarios que colaboran durante períodos que oscilan entre tres semanas y tres meses. Países como Turquía, India y Pakistán lo han aprovechado de manera muy eficiente. Los científicos y profesionales donan sus servicios, frecuentemente apoyados por los centros donde trabajan, y las Naciones Unidas y organizaciones locales cubren los costos de transporte y alojamiento. Estos profesionales han contribuido a elevar la calidad de la investigación científica y tecnológica, a mejorar la aplicación de tecnologías en las actividades productivas y de servicios, a crear nuevos mercados para los productos locales y a difundir las experiencias locales que pueden ser de interés en el ámbito internacional.

El fondo de apoyo a la investigación científica y tecnológica (recuadro 5.13) y el fondo para becas de posgrado, tanto en el exterior como en el país, deben ser los principales instrumentos financieros para poner en práctica el plan de emergencia. A medida que se vaya avanzando en su ejecución, se deben ir creando fondos especializados para promover la innovación tecnológica en los sectores productivos y de servicios, los cuales podrían otorgar donaciones con contrapartida, préstamos en condiciones promocionales y realizar inversiones de capital de riesgo entre otras modalidades de financiamiento.

Estos fondos especializados deberán contar con la activa participación del sector privado, de los organismos financieros internacionales y de las agencias de cooperación internacional. A partir de estas iniciativas se debe alcanzar, en un lapso de cinco años, que la inversión en ciencia y tecnología se eleve por lo menos al 0.5% del producto bruto interno.

En tercer lugar, es necesario definir cuanto antes las áreas en las cuales se concentrarán los esfuerzos para llevar a cabo el plan de emergencia. Si bien las áreas y los temas deberán definirse en base a un amplio proceso de consultas, las prioridades para el plan de emergencia surgen de la estrategia de desarrollo articulada en los capítulos de este texto.

Una primera aproximación permite identificar las siguientes áreas prioritarias:

- Biotecnología, aprovechamiento de la biodiversidad y todas las áreas del conocimiento vinculadas al desarrollo de las capacidades en estos campos, con el fin de darle valor a la gran diversidad ecológica, de especies y genética con que cuenta el Perú.
- Aprovechamiento y uso sustentable de los recursos naturales renovables y no renovables, con particular énfasis en los recursos pesqueros, forestales, minerales e hidrocarburos.
- Ciencias y tecnologías de la información, con énfasis en el acceso, adaptación y utilización de las tecnologías disponibles en el ámbito internacional, y en las actividades científicas y tecnológicas asociadas con la microelectrónica, las telecomunicaciones y sus aplicaciones al desarrollo económico y social.
- Tecnologías para el desarrollo industrial, particularmente aquellas vinculadas a los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante que agregan valor a los recursos naturales (por ejemplo, maquinaria y equipo para la agricultura, la minería, la pesca y la agricultura; transformación de metales; procesamiento agroindustrial; utilización de la madera).
- Tecnologías para la provisión de servicios sociales básicos, particularmente aquellas vinculadas a la salud, nutrición, saneamiento, educación, vivienda y promoción de maneras sustentables de ganarse la vida en las zonas más pobres y apartadas del país (capítulo 4).
- Rescate selectivo y mejora de las tecnologías tradicionales, utilizándolas como base para el desarrollo de nuevas actividades productivas.

Estas áreas prioritarias deberán concentrar la mayoría de los recursos financieros y esfuerzos de desarrollo científico y tecnológico durante el plan de emergencia. Sin embargo, los proyectos que serán ejecutados en estas áreas requieren del apoyo de una serie de disciplinas científicas que deben formar parte integral de este plan y a las cuales se debe asignar una proporción importante de recursos. Por ejemplo, la biología molecular, la ingeniería genética, la economía ecológica, el análisis de los ecosistemas, la física del estado sólido, la metalurgia, la estadística matemática, entre otras disciplinas, deben recibir financiamiento de acuerdo a su contribución a las áreas prioritarias. Finalmente, se utilizará un porcentaje menor de los recursos del Fondo de Apoyo a la Investigación Científica y

Tecnológica para apoyar propuestas que se acepten exclusivamente por su mérito científico, aunque no tengan vinculación alguna con las áreas prioritarias.

En forma adicional, es necesario crear un sistema de indicadores de capacidad y desempeño científico y tecnológico para diseñar y ejecutar políticas adecuadas a la situación del país. Estos indicadores deben mostrar cómo evolucionan el número y el nivel académico de los investigadores, la cantidad y distribución de los recursos financieros, el número de instituciones y proyectos, entre otros aspectos.

Además, deben proporcionar información sobre los resultados y el impacto de la investigación científica y tecnológica. Este sistema de indicadores debe extenderse para recabar información sobre las adaptaciones tecnológicas y las innovaciones que realizan las empresas productivas y de servicios.

Los sistemas de innovación tecnológica

En un contexto económico, social y político mundial cada vez más complejo (capítulo 2), los cambios científicos y tecnológicos son cada vez más acelerados e impredecibles, lo que hace necesario que las empresas sean capaces de aprender y adaptarse con flexibilidad y eficiencia a las exigencias de un entorno cambiante. Esto sólo es posible si se logra establecer sistemas de innovación capaces de articular al conjunto de instituciones y organizaciones que contribuyen al desarrollo y difusión de las nuevas tecnologías. El diseño y ejecución de políticas gubernamentales para la innovación tecnológica debe orientarse hacia la promoción de la convergencia de iniciativas de los agentes económicos, políticos y sociales involucrados en la creación, importación, adaptación, disseminación y absorción de conocimientos, así como en la provisión de servicios, capacidades y recursos materiales asociados a los procesos de innovación tecnológica.

En el Perú estamos aún muy lejos de configurar sistemas de innovación, sea ya en el ámbito nacional, regional o sectorial, debido a que no se cuenta con toda la gama de instituciones necesarias ni se han establecido los flujos e interacciones que deberían integrarlas. Estos sistemas deben constituirse en forma gradual empezando por sectores prioritarios y regiones específicas, promoviendo la creación de empresas productivas, agencias gubernamentales para diseñar y ejecutar políticas, centros de investigación tecnológica, organizaciones dedicadas a la formación de recursos humanos, proveedores de equipos y servicios técnicos, instituciones de financiamiento, centros de información, asociaciones profesionales, entre otras instituciones vinculadas a la innovación tecnológica.

Asimismo, es preciso desarrollar las interacciones entre estas entidades para estimular el flujo de conocimientos mediante alianzas estratégicas entre las empresas; contratos y acuerdos entre empresas, universidades y centros de investigación públicos y privados; entidades financieras locales y extranjeras; empresas y centros de investigación; y programas de extensión que vinculen a las empresas con las agencias gubernamentales de información tecnológica y las empresas consultoras. Esto se debe complementar con la provisión de infraestructura física para facilitar los intercambios de conocimiento, incluidos parques tecnológicos y redes de telecomunicaciones, así como con medidas para estimular la capacitación y movilidad de los profesionales y técnicos. A medida que vayan surgiendo estos sistemas de innovación para sectores y regiones específicas, será posible articularlos para configurar un sistema nacional de innovación, tarea que podría tomar unos dos decenios.

RECUADRO 5.14

Políticas públicas para fomentar la innovación tecnológica

Durante los últimos treinta años se ha desarrollado un conjunto de instrumentos de política para promover la innovación tecnológica y la creación de sistemas de innovación en los sectores productivos y sociales. Es posible apreciar una evolución de políticas en donde el Estado era el actor principal, hacia políticas en donde el sector público promueve y facilita las iniciativas de empresas privadas, instituciones académicas y entidades que prestan servicios técnicos al sector productivo. Esta evolución se ha dado también en la constitución de sistemas de innovación para la provisión de servicios sociales, en donde el Estado ha cedido espacios a una amplia gama de organizaciones de la sociedad civil, centros académicos, entidades vinculadas a los gobiernos locales y aun a las empresas privadas.

Entre los principales instrumentos de política se encuentran:

- La creación de “parques tecnológicos” por el gobierno central y los gobiernos regionales o municipales, que cuenten con la infraestructura física adecuada (transporte, energía, telecomunicaciones) y servicios de apoyo tecnológico, y que servirían de núcleos alrededor de los cuales articular sistemas de innovación.
- La creación de “incubadoras de negocios tecnológicos” por las universidades y otros centros de enseñanza superior, orientadas a sectores específicos y capaces de proveer servicios y apoyo a los empresarios decididos a incursionar en nuevos campos. La provisión de asistencia técnica y el apoyo para la gestión empresarial y tecnológica es uno de los principales servicios que deben prestar estas incubadoras.
- La promoción de conjuntos y redes (*clusters* y *networks*) de empresas medianas y pequeñas en sectores y localidades específicas, que se especializan en determinados aspectos de los procesos productivos, que intercambian productos y servicios de manera muy intensa, y que comparten una serie de servicios de apoyo para lograr una mayor eficiencia individual y colectiva.
- La promoción de vínculos entre las empresas peruanas y las grandes empresas internacionales que compran productos locales para colocarlos en los mercados globales, ya que estos compradores frecuentemente proveen asistencia técnica y financiera, ayudan en el diseño de productos y en el control de calidad, y también prestan apoyo en mercadeo y gestión empresarial.
- La promoción de alianzas estratégicas entre las empresas peruanas en sectores claves para la transformación de los recursos naturales, principalmente aquellos vinculados a los encadenamientos productivos hacia adelante (procesamiento de recursos) y hacia atrás (provisión de equipos e insumos), para crear núcleos empresariales capaces de competir en los mercados internacionales.
- El establecimiento de fondos de capital de riesgo y de mecanismos financieros para facilitar el financiamiento de la innovación tecnológica, generalmente a través de la banca privada y contando con el apoyo de agencias gubernamentales y organismos financieros internacionales.
- La creación y promoción de programas de capacitación laboral y entrenamiento profesional especializado para los sectores productivos y sociales prioritarios, así como de programas de maestría en gestión empresarial y de innovación.
- La promoción del control de calidad y el uso de estándares y normas técnicas internacionalmente reconocidos, a fin de garantizar la idoneidad de los productos peruanos y su aceptación en los mercados internacionales. Esto debe abarcar normas referidas a la protección del medio ambiente, que están adquiriendo mayor importancia con la globalización comercial (recuadro 5.7).
- Medidas para facilitar la importación de tecnología, así como su adaptación y absorción por parte de las empresas, en los sectores prioritarios. En particular, es preciso eliminar todas las trabas a la importación de equipos y programas vinculados a las tecnologías de la información y las telecomunicaciones.
- Medidas sobre protección a la propiedad intelectual, con el doble objetivo de estimular la importación de tecnologías y de proteger los conocimientos tecnológicos generados localmente, especialmente en lo referente al uso de los recursos naturales y la biodiversidad.

Estos instrumentos de política indican la gama de posibilidades disponibles para fomentar la creación de sistemas de innovación, y ponen de manifiesto el papel central que juega el Estado para crear un entorno favorable que facilite la innovación tecnológica.

La urgencia de constituir sistemas de innovación para los sectores económicos y sociales prioritarios no debe hacer perder de vista que éstos no se constituyen por decreto. El papel que juegan las políticas públicas es esencialmente de orientación, promoción y coordinación para crear un entorno favorable que estimule la innovación (recuadro 5.14). El liderazgo del Estado debe ejercerse en forma concertada y compartida con los diversos actores que irán constituyendo los sistemas de innovación. Además, las políticas explícitas de innovación deben armonizarse con las otras políticas públicas que cuentan con un contenido implícito de políticas de innovación para asegurar la convergencia de esfuerzos.

La experiencia de los nuevos países industrializados del Sudeste Asiático muestra cómo la capacidad de aprendizaje e innovación a través del acceso a las fuentes de conocimiento disponibles en el exterior, la importación de maquinaria, equipos y diseños, y su adaptación a las condiciones locales, permitieron desarrollar rápidamente niveles avanzados de capacidades tecnológicas, experiencia en los procesos de innovación, y habilidades para la gestión de tecnología en las empresas. Esta capacidad de aprendizaje les permitió acortar las brechas con los países industrializados en el lapso de unos treinta años, así como evitar muchos de los errores y costos en que incurrieron dichos países para alcanzar sus actuales niveles de productividad, eficiencia y competitividad. Por esta razón deben eliminarse las trabas al acceso y a la importación de tecnología –particularmente a las tecnologías de la información – en los sectores prioritarios y, al mismo tiempo, promover agresivamente la adaptación y absorción de tecnologías provenientes del exterior.

Es muy importante contar con fondos de capital de riesgo para fomentar la innovación tecnológica y apoyar a las empresas que desarrollen nuevos productos o procesos. Si bien el capital de riesgo adquiere una importancia crítica cuando se cuenta ya con una base sólida de actividades de investigación científica y tecnológica, el diseño inicial de las políticas de innovación debe contemplar el apoyo financiero a las empresas innovadoras. Para esto es preciso sumar los aportes de la banca privada nacional y extranjera, de los organismos estatales, como la Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE) y de los organismos internacionales, como la Corporación Financiera Internacional (afiliada al Banco Mundial) y la Corporación Interamericana de Inversiones (afiliada al Banco Interamericano de Desarrollo). A través de los fondos de capital de riesgo será posible dar préstamos con tasas de interés, plazos y requerimientos de garantía razonables, así como aportar capital en forma directa, para estimular a las empresas innovadoras.

Por último, la creación de un sistema nacional de innovación debe ir de la mano con la transformación del sistema educativo en todos los niveles, poniendo énfasis en el entrenamiento de trabajadores altamente calificados y en la reforma del sistema de educación superior para formar especialistas en gestión empresarial e innovación tecnológica (capítulo 4).

Pluralismo tecnológico y conocimiento tradicional

La introducción de nuevas tecnologías no se produce de manera uniforme en los diversos sectores productivos, sobre todo en los países en desarrollo. En cada sector es posible apreciar la presencia de unidades productivas y empresas con diferentes niveles de productividad, que emplean tecnologías más o menos avanzadas y adaptadas a las condiciones locales, y que compiten unas con otras utilizando una amplia gama de estrategias que frecuentemente compensan las desventajas tecnológicas. La coexistencia de diferentes

“cepas” de tecnología, que se han incorporado a las empresas en distintas etapas de la evolución de un sector productivo o social, da testimonio de la complejidad de la gestión tecnológica en países como el Perú.

En términos generales, es preciso elevar el nivel promedio de productividad de las empresas, sobre todo cuando se trata de incursionar en mercados internacionales o de enfrentar la competencia con productos importados. Por ejemplo, la enorme diferencia en los niveles de productividad de los distintos segmentos del sector agropecuario requiere de programas de extensión tecnológica. Sin embargo, esto no implica que se deba uniformizar la tecnología, las prácticas y los procedimientos de las unidades productivas. Por el contrario, las diferencias en el entorno económico, biofísica, social y cultural exigen una diversidad de respuestas tecnológicas, adecuadas a las condiciones locales y capaces de coexistir a lo largo del tiempo. Esto plantea el problema de la gestión del pluralismo tecnológico y de la utilización de tecnologías apropiadas en un país que cuenta con una enorme diversidad de ecosistemas (capítulo 6). Se deben aprovechar las ventajas que ofrece la amplia gama de tecnologías disponibles en la actualidad, entre las cuales es preciso incluir a las tecnologías tradicionales que han evolucionado a lo largo de varios siglos. Las políticas de fomento a la innovación tecnológica deben incluir apreciaciones sobre la identificación, clasificación, rescate selectivo y mejora de las tecnologías tradicionales, y en particular acerca de la combinación de tecnologías tradicionales y modernas.

Para combinar las tecnologías modernas con las tradicionales es necesario poner en contacto a las unidades productivas o sociales (empresas, comunidades, cooperativas, asociaciones, grupos étnicos, familias) que trabajan de acuerdo a las pautas que establecen sus tradiciones, con los profesionales y técnicos vinculados a la investigación científica y tecnológica. Esto permitiría mejorar las prácticas tradicionales mediante la inserción de componentes de tecnología moderna y promover la adopción y diseminación de las tecnologías combinadas, para lo cual se requiere de programas piloto que demuestren sus ventajas.

Si bien la experiencia peruana en este campo no es muy extensa ni ha sido documentada sistemáticamente, las combinaciones de tecnología han sido empleadas con éxito en otros países. Por ejemplo, los métodos tradicionales de diseño y manufactura en la industria textil han sido complementados con el uso de diseños realizados con computadora (*computer aided design, CAD*); la aplicación de células fotoeléctricas en los telares tradicionales ha permitido asegurar la calidad uniforme de los tejidos; la investigación científica de los procesos de fermentación ha permitido introducir mejoras en el uso de la biomasa en las zonas tropicales; la investigación científica y tecnológica ha llevado a mejorar los métodos de cultivo y el diseño de maquinaria agrícola en zonas montañosas; y la aplicación de técnicas de ingeniería moderna y computadoras ha permitido mejorar el diseño y fabricación de aparatos generadores de energía, como los molinos de viento y los dispositivos movidos por energía hidráulica. Por otra parte, algunas instancias de la provisión de servicios sociales que genere empleo, con alta tecnología y bajo costo (capítulo 4, recuadro 4.16), y de las maneras sustentables de ganarse la vida (capítulo 4, recuadro 4.17) podrían ponerse en práctica combinando tecnologías modernas y tradicionales.

En el Perú es importante poner énfasis en la recuperación de las tecnologías tradicionales, muchas de las cuales datan de la época prehispánica. Por ejemplo, se ha planteado rescatar los sistemas de andenes en algunas zonas de Cajamarca, que pueden ser identificados y acotados utilizando satélites con técnicas de observación remota, y cuyo riego puede realizarse con técnicas de aspersión y goteo controladas por microprocesadores y

sensores electrónicos. Otro ejemplo interesante, que surge de las investigaciones de arqueólogos, expertos en microclimas e ingenieros agrónomos en el altiplano del sur del Perú, es el sistema de camellones, que alterna franjas elevadas de tierras de cultivo con franjas de tierra hundida en donde se acumula el agua. El uso de este sistema en tiempos prehispánicos permitió explotar cientos de miles de hectáreas de tierras de cultivo en zonas que actualmente no se consideran aptas para la agricultura.

Para gestionar el pluralismo tecnológico y vincular a la ciencia y la tecnología modernas con el conocimiento y las prácticas tradicionales, es necesario identificar, registrar y estudiar estas últimas de manera sistemática. También es necesario rescatar y proteger las diversas formas de conocimiento tradicional acerca del manejo del territorio y las propiedades de las plantas nativas, entre muchos otros aspectos, que aún subsisten en muchas culturas y regiones del país.

El conocimiento tradicional de las propiedades de determinados recursos biológicos locales, como la uña de gato y la sangre de grado, ha dado origen a productos que se comercializan internacionalmente, pero que requieren ser protegidos por la legislación sobre propiedad intelectual para que los beneficios derivados de su explotación sean aprovechados por las comunidades que los desarrollaron.

La línea estratégica de gestión del medio ambiente, recursos naturales, ciencia y tecnología propone, principalmente, aprovechar de manera sustentable el extraordinariamente rico patrimonio que la naturaleza nos ha legado, y las oportunidades que nos ofrece la sociedad del conocimiento que está surgiendo en la actualidad. Los beneficios que se obtengan de explotar el capital natural y de hacer uso del acervo mundial de conocimientos deben emplearse en la transformación de nuestra estructura productiva para hacerla más eficiente y competitiva, con el fin de poner en marcha un proceso sostenible de acumulación de todo tipo de capital que redunde en una mayor integración, equidad y justicia social.

El uso sustentable de nuestros recursos naturales, la puesta en valor de la biodiversidad que caracteriza al territorio peruano y la reducción de la contaminación exigen una transición hacia un enfoque de administración de recursos y de ecodesarrollo, que debe ser acompañado de políticas ambientales explícitas e implícitas capaces de armonizar un variado conjunto de demandas provenientes de los distintos sectores de la sociedad peruana.

Por último, los desafíos de la sociedad del conocimiento, así como los profundos cambios que ha experimentado la investigación científica y tecnológica en el ámbito mundial, contrastan fuertemente con el casi insignificante esfuerzo por desarrollar nuestra capacidad científica y tecnológica. Es necesario un plan de emergencia para la ciencia y la tecnología, que permita revertir las tendencias negativas que –pese a los esfuerzos aislados y sacrificados de unos pocos pioneros– han llevado al Perú a ocupar uno de los últimos lugares en América Latina en lo que respecta a la capacidad de generar y utilizar conocimientos científicos y tecnológicos.

Bibliografía

- Agenda: Perú (2000) Perú: Agenda y Estrategia para el Siglo 21, Agenda: Perú, Lima. (edición coordinada por Francisco Sagasti)
- Alvares, Claude (1979) *Homo Faber: Technology and Culture in India, China and the West 1500 to the Present Day*, Allied Publishers Private Limited, New Delhi.
- Alcorta, Ludovico y Wilson Péres (1998). “Innovation systems and technological specialization in Latin America and the Caribbean”, *Research Policy*, Vol. 26, No. 7-8, pp. 857-881.
- Arocena, Rodrigo y Judith Sutz (2002). “Innovation Systems and Developing Countries”, DRUID Working Papers No. 02-05, Aalborg.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2000) “Instrumentos Flexibles de Préstamo”, Banco Interamericano de Desarrollo; <http://www.iadb.org/exr/espanol/politicas/ifp.htm>
- Carazo, Mercedes (1999) “Centros De Innovación Tecnológica, un Desafío para la Microempresa”, MITINCI, Lima.
- Carazo, Mercedes Inés, Isaías Flit Stern, y Angel P. Hurtado Erazo (2000) *Estrategia Nacional de Desarrollo de la Innovación y la Productividad en el Perú: Elementos para una Propuesta*, MITINCI, Lima.
- Carlsson, Bo; Steffan Jacobsson, Magnus Holmén y Annika Rickne (2002). “Innovation systems: analytical and methodological issues”, *Research Policy*, Vol. 31, No. 2, pp. 233-245.
- Cooper, Charles (1999). “National Systems of Innovation: The institutional framework for technological learning in developing countries”, ponencia presentada en la Conferencia Creating a New Architecture for Learning and Development, organizada por el Asian Development Bank, Tokyo.
- Cooper, Charles (1991). “Are innovation studies on industrialized economies relevant to technology policy in developing countries?”, Documento de Trabajo UNU/INTECH No. 3, Maastricht.
- CONCYTEC (2002). “Anteproyecto de Ley General de Promoción de la Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Nacional”, Lima.
- Fagerberg, Jan (1992). “The home market hypothesis re-examined: the impact of domestic user-producer interaction on export specialization”, in Lundvall, Bengt-Ake, *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publishers, Londres.
- Flit, Isaías y Sergio Barrio (1994). “La nueva política científica y tecnológica”, CONCYTEC, Lima (mimeo).

- Freeman, Christopher (2002). "Continental, national and sub-national innovation systems: complementarity and economic growth", *Research Policy*, Vol. 31, No. 2, pp. 191-211.
- Freeman, Christopher (1982). *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter Publishers, Londres.
- Gu, Shulin (1999). "Implications of National Innovation Systems for Developing Countries: managing change and complexity in economic development", Discussion Paper Series No. 9903, United Nations University, Institute for New Technologies, Maastricht.
- Hobday, Michael. (1996). "Taiwan-incubating high-technology industries" in Rush, H. et al (eds.) *Technology Institutes: Strategies for Best Practice*, St. Edmundsbury Press, Suffolk.
- Hobday, Michael. (1990). *Telecommunications in Developing Countries: The Challenge from Brazil*, Routledge, Londres.
- Intarakamnerd, Patarapong; Pun-arj Chairatana y Tipawan Tangchitpiboon (2001). "National Innovation System in Less Successful Developing Countries: the case of Thailand", documento presentado en la Conferencia DRUID sobre Nelson-Winter, Junio, Aalborg.
- Kuramoto, Juana y Francisco Sagasti (2002). "Integrating local and global knowledge, technology and production systems: challenges for technical cooperation" in Fukuda-Parr, S. et al (eds.), *Capacity for Development: New Solutions to Old Problems*, Earthscan y UNDP, Londres y Nueva York.
- Lundvall, Bengt-Ake; Björn Johnson, Esben Sloth Andersen y Bent Dalum (2002). "National systems of production, innovation and competence building". *Research Policy*, Vol. 31, No. 2, pp. 213-231.
- Malerba, Franco (2002). "Sectoral systems of innovation and production", *Research Policy*, Vol. 31, No. 2, pp. 247-264.
- Mullin Consulting Ltd. (2002) "Innovación y Competitividad", Mullin Consulting Ltd., Ontario.
- Ortega y Gasset, José (1968) *Meditación de la Técnica*, El Arquero, Revista de Occidente, Madrid.
- Patel, Parimal y Keith Pavitt (1994). "The nature and economic importance of National Innovations Systems", Vol. 14, STI Review, pp.9-32.
- Pérez, Carlota (2000) Technological Change and Opportunities for Development as a Moving Target, trabajo presentado en la reunión de UNCTAD X, Bangkok, febrero del 2000;
- Porter, Michael (1990). *The Competitive Advantage of Nations*, The Free Press, Nueva York.
- Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT): <http://www.ricyt.edu.ar>

- Robles, Miguel et al. (2001) *Estrategias y Racionalidad de la Pequeña Empresa*, Grade/OIT/Mesa de Coordinación PYME, Lima.
- Sagasti, Francisco (1979a) "Towards Endogenous Science and Technology for another Development", in: *Development Dialogue*, no. 1, pp. 13-23.
- Sagasti, Francisco (1979b) "Towards an Endogenous Scientific and Technological Development for the Third World", in: *Alternatives: A Journal of World Policy*, Vol. IV, No. 3, January 1979.
- Sagasti, Francisco (1997) "El futuro de la ingeniería industrial en el Perú", Agenda: Perú, Lima.
- Sagasti, Francisco (2000) "Política Científica y Tecnológica", en: Agenda: Perú (2000) 50 Libros que Todo Peruano Culto Debe Leer", Caretas-Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima.
- Sagasti, Francisco (2002a) Knowledge, Technology and Production: An essay for science and technology development, Foro Nacional / Internacional – Agenda: Perú, Lima.
- Sagasti, Francisco (2002b) "Innovación y Desarrollo en la Sociedad del Conocimiento", en: Gerencia Noviembre del 2002, No. 254, IPAE, Lima.
- Sen, S. N. (1970) "The Introductory of Western Science in India During the 18th and the 19th Century", in Shina, Surajit (ed.) *Science, Technology and Culture*, India International Center, New Delhi.
- Teece, David y Gary Pisano (1994). "The dynamic capabilities of firms: an introduction", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3, pp. 537-556.
- Viotti, Eduardo (2000). "Passive and active learning systems", documento presentado en la IV Conferencia sobre Política Tecnológica e Innovación - Networks de Conocimiento y Aprendizaje para el Desarrollo, Agosto 28-31, Curitiba.
- Wertheim, W. F. (1974) *Evolution and Revolution: The Rising Waves of Emancipation*, Penguin Books, Baltimore, Maryland.