



Países sin futuro

¿QUÉ PUEDE HACER LA UNIVERSIDAD?

Eduardo Ísmodes



Pontificia Universidad Católica del Perú
Fondo Editorial

De venta en el Fondo Editorial de la PUCP

Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 32, Perú | Teléfono (511) 626-2000

Ver puntos de venta en el Perú en:

<http://www.pucp.edu.pe/content/pagina12.php?pID=1626&pIDSeccionWeb=9&pIDReferencial=>

Compras por Internet a través de:

<http://www.perubookstore.com>

Países sin futuro

¿QUÉ PUEDE HACER
LA UNIVERSIDAD?

EDUARDO ÍSMODES



Pontificia Universidad Católica del Perú
Fondo Editorial

Países sin futuro: ¿qué puede hacer la universidad?

Primera edición: septiembre de 2006

© Eduardo Ísmodes, 2006

© Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006

Plaza Francia 1164, Lima 1 - Perú

Teléfonos: (51 1) 626-6110; 626-6111

Fax: (51 1) 626-6105

feditor@pucp.edu.pe

www.pucp.edu.pe/publicaciones/fondo_ed/

Diseño de portada: Juan Carlos García M.

Diagramación de interiores: Aída Nagata

*Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio,
total o parcialmente, sin permiso expreso de los editores.*

ISBN 9972-42-773-0

Hecho el depósito legal 2006-6475 en la Biblioteca Nacional del Perú

Impreso en el Perú – Printed in Peru

A Isabel, Adela, Aníbal y Lucía

EL DÍA DE 10 DE NOVIEMBRE de 2004, en la ciudad de Lima (Perú), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) organizaron una reunión de ministros y autoridades de economía del hemisferio con el propósito de resaltar la importancia que tienen la ciencia, la tecnología y la ingeniería en el contexto económico y social para incrementar la competitividad del sector productivo. Dicho evento era un encuentro preparatorio para la Primera Reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología, en el ámbito del Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral (CIDI), que se llevó a cabo también en la ciudad de Lima, del 11 al 12 de noviembre del mismo año, y que trató sobre la función que desempeñan la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la innovación en el desarrollo económico, social, cultural y científico de los Estados miembros de la Organización de Estados Americanos (OEA): impactar profundamente en la creación de puestos de trabajo como medio para enfrentar la pobreza y fortalecer la gobernabilidad democrática (Abreu 2004).

En dicha reunión, el Ministro de Economía del Perú, un hombre hábil e inteligente, pasó al podio y, con un tono muy ligero y jovial, dijo:

Debo confesar que no sé qué hago aquí.

En realidad, he venido porque mi amigo, el organizador del evento, me ha pedido que participe en este encuentro de ministros de economía para ver de qué manera apoyamos a los ministros de ciencia y tecnología de nuestros países; pero quiero decirles que nuestro gobierno, con todas las simpatías por el tema, no considera prioritario el tema de ciencia y tecnología.

Para nosotros, la prioridad está en la pobreza extrema, en la salud, en el agua, en la educación.*

Para los funcionarios de gobierno y para los empresarios que piensan como este inteligente ministro de economía, también va dedicado este libro.

* Reconstrucción de parte del discurso del Ministro de Economía del Perú realizada a partir de conversaciones personales sostenidas entre el autor y funcionarios nacionales e internacionales asistentes a la reunión.

Índice

INTRODUCCIÓN	15
--------------	----

Capítulo 1

¿CÓMO ESTAMOS?, ¿ESTAMOS BIEN?,
¿ESTAMOS MAL?, ¿QUIÉNES ESTAMOS MAL?

1. ¿Qué queremos?, ¿qué deberíamos querer?	21
2. Países que progresan y países que no progresan	23
2.1. Crecimiento económico del mundo en veinte siglos	25
2.2. Crecimiento económico de los cinco grandes en los últimos cinco siglos	28
2.3. La energía y los cinco grandes del siglo xvi	31
2.4. Países que no progresan	36
3. ¿Realmente están mejor los más ricos? Algunas dudas	41

Capítulo 2

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES FACTORES
QUE PROPICIAN EL DESARROLLO?

1. La función del desarrollo según Angus Maddison	43
2. ¿Son opuestas las inversiones en educación en relación con las inversiones en investigación, desarrollo e innovación?	45
3. La investigación, el desarrollo y la innovación	46
3.1. Investigación, desarrollo e innovación (I+D+I). Términos y definiciones	46
3.2. Acerca de la importancia de la investigación, desarrollo e innovación	50

Capítulo 3

¿REALMENTE ES RENTABLE INVERTIR EN INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN?

1. Los estudios de M. J. Nadiri	60
2. Rentabilidad en el sector agrícola	62
3. Otras inversiones relacionadas con la tecnología: el capital de riesgo	63
4. Más y más datos sobre la rentabilidad de invertir en I+D+I	65
5. ¿Se necesita más?	69

Capítulo 4

¿CUÁNTO INVIERTEN LOS PAÍSES DE LA OECD Y DE IBEROAMÉRICA EN INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN?

1. Las fuentes de información	71
2. Indicadores de ciencia y tecnología	73
3. Países de la OECD. Inversiones en I+D	78
4. Países de Iberoamérica. Inversiones en I+D	78
5. ¿Hacia dónde van países como el Perú?	83

Capítulo 5

¿CUÁLES SON LOS RESULTADOS DIRECTOS DE ESAS INVERSIONES?... ¿PAÍSES SIN FUTURO?... ¿PAÍSES NECIOS?

1. Resultados en ciencia y tecnología	85
1.1. Coeficiente de invención	85
1.2. Relación entre PBI e inversiones en I+D	90

Capítulo 6

¿QUÉ SALIDAS TIENEN LOS PAÍSES HOSTILES O INDIFFERENTES A LA INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN?

1. La sociedad civil y sus oportunidades	103
1.1. ¿No hay salidas para los países necios?	103
2. El préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo para ciencia y tecnología	107

3. Necesidad de una revolución en las formas de pensar y avances para la articulación de un Sistema Nacional de Innovación. ¿Dónde está la universidad?	108
4. La inteligencia colectiva	112
5. Generación de una red	115
5.1. Definición de 'red'	115
5.2. Las redes ciudadanas	116
6. El Sistema Nacional de Innovación	125
6.1. Caso 1: Ciudadanos al día (CAD)	129
6.2. Caso 2: La Red Mundial de Científicos Peruanos	130
6.3. Caso 3: Los Encuentros Científicos Internacionales	131
7. Actividades por realizar: «la guerra de guerrillas»	132
8. ¿Cómo podría relacionarse la universidad con el entorno?	134
8.1. El triángulo de Jorge Sábato: antecedentes de una propuesta de relación de la universidad con el entorno social	134
8.2. Las relaciones internacionales	135
8.3. Las tecnologías de la información como factor de flujo y acceso	136
8.4. ¿Puede una universidad ser estratégica para el desarrollo regional?	138
8.5. El programa «Conoce tu país»	139
8.6. Las tesis	140
8.7. La perspectiva tecnológica	141

Capítulo 7

LA CAMPAÑA «PAÍSES NECIOS»

1. 'Necio'	145
2. El premio «país necio»	146
2.1. Objetivos	146
2.2. Ejemplo de clasificación	146
2.3. Los países necios	149
3. Etapas de la campaña	151
4. Aspectos que deben afinarse	151

5. ¿Solo se trata de países necios? ¿Y las localidades y las regiones necias? ¿Y las empresas necias? ¿Y las universidades necias?	154
--	-----

Capítulo 8

LA CAMPAÑA «EQUIPO»

1. Hacia una universidad generadora de conocimiento	156
2. Al triángulo de Jorge Sábato le falta algo	157
3. Redes ciudadanas y equipos de interés	160
3.1. Los equipos de interés	160
3.2. Algunas experiencias en la universidad	163
3.3. Otro caso interesante: los grupos 1x12 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos - Sección Perú	174
3.4. Articulación de los equipos	175
4. El contexto en una universidad generadora de conocimiento	176
5. ¿Qué es una universidad generadora de conocimiento?	178
6. Los equipos de interés: una herramienta para el desarrollo	180
6.1. ¿Qué debe realizar un equipo de interés?	180
6.2. ¿Qué puede brindar la universidad?	181
6.3. Clasificación de los equipos de interés	182

CONCLUSIONES	185
--------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	187
--------------	-----

INTRODUCCIÓN

SON DOS LAS METAS de este libro: por un lado, establecer criterios para definir qué países insisten en darle la espalda al futuro (esto es, establecer una medida de evaluación de lo que denominaremos, lúdicamente, como la ‘necedad’ de los países) y, por otro, proponer qué estrategias deberían ejecutar estos países con el fin de salir del marasmo en el que se encuentran (esto es, qué deberían hacer con el fin de que dejen de ser países *necios*).

La base de la argumentación estriba en reconocer que la principal fuente de riqueza en el mundo contemporáneo es el conocimiento. Con la palabra ‘riqueza’, designo tanto a bienes materiales como inmateriales. Sin embargo, el nivel de riqueza de un país no depende solamente de cuánta riqueza poseen, de modo general, sus habitantes; sino de qué manera esa riqueza los satisface, es decir, cuánto bienestar produce. Un país rico es aquel que posee un alto nivel de satisfacción de sus habitantes respecto de sus condiciones de vida. A partir de estas observaciones básicas, se sigue que todo país que se proponga salir victorioso de la lucha contra la pobreza debe impulsar, con especial energía, el área del desarrollo científico y tecnológico.

El razonamiento anterior es tan evidente que resulta asombroso que solo en contados lugares se traduzca en la práctica. En efecto, en la inmensa mayoría de países pobres, las clases políticas se dedican a administrar la pobreza; a ilusionar a los pueblos con esperanzas carentes de sustento; y a mantener incólumes, sin enfrentar riesgos, los intereses económicos ya establecidos. Como bien se sabe, este

statu quo no aumenta la riqueza. Permite, apenas, explotar los recursos naturales sin convertirlos en la fuente de un desarrollo sostenido.

El libro apunta a sustentar la puesta en ejecución de dos campañas. La primera consiste en crear y difundir una nueva categoría destinada a clasificar a los países. Para ello, tomo como base cuánta inversión destinan estos a la producción de conocimiento en comparación con sus posibilidades económicas y con lo que invierten en este rubro las demás naciones. Con la intención de poner en evidencia una realidad a todas luces pasmosa, he creado lo que, irónicamente, denomino como ‘indicador de necedad del país’; un indicador cuyo fin es animar a los dirigentes de los países más necios a dedicar más atención y más recursos a la generación de conocimientos.

Esta primera campaña posee, abiertamente, una intención provocadora. El propósito es despertar la discusión y la controversia en los países que padecen del mal de la necedad. Sin embargo, una propuesta de este tipo se queda en el límite de la denuncia y no resuelve el problema de fondo: cómo generar conocimiento. De hecho, la simple política de aumentar los recursos que se destinan a la generación de conocimientos es insuficiente, en especial si no se sabe administrar estos recursos o si estos se orientan de manera equivocada. Por ello, este ensayo incluye una segunda campaña. En ella, propongo estrategias para que, más allá de la existencia o ausencia de políticas gubernamentales que apoyen la generación de conocimiento en algún determinado país, los ciudadanos de este se agrupen para ejecutar, de manera privada, esta tarea. Aprovechando el potencial poco utilizado que permanece como un tesoro escondido en las universidades e institutos tecnológicos, las asociaciones de personas privadas pueden formar redes ciudadanas y, con un gasto económico mínimo, convertirse ellas mismas en generadoras de conocimiento y, por tanto, de riqueza. Esta campaña estaría apoyada en las facilidades que brindan, actualmente, las tecnologías de información y comunicación, y también en la motivación que estas puedan despertar en los integrantes de cada uno de los nodos o equipos de interés que se formen.

Para facilitar su lectura, la estructura del libro posee una forma secuencial. Los capítulos se irán desarrollando sobre la base de

preguntas cuyas respuestas originarán, a su vez, las preguntas que ordenarán los siguientes capítulos. Se procederá así hasta llegar a los dos últimos, en los cuales presentaré las dos grandes acciones o campañas que deberían desarrollarse.

El primer capítulo empezará con las siguientes preguntas: ¿cómo estamos?, ¿estamos bien?, ¿estamos mal?, ¿quiénes estamos mal? Para responder estas preguntas, realizaré un rápido recuento histórico acerca del devenir de la riqueza de las naciones a lo largo de los últimos veinte siglos. Para ello, se mostrarán datos globales, así como datos acerca de los países más ricos del siglo xvi y de los países sudamericanos más extensos del siglo xx. Propondré los indicadores más adecuados para el estudio. Al comparar el desarrollo de algunos de los países del universo mencionado, se observará claramente que algunos, en los últimos cincuenta años, han crecido de manera sostenida, mientras que otros muestran tasas de crecimiento pobres, nulas o negativas.

A lo largo de dicho primer capítulo, nuevas dudas aparecerán como, por ejemplo, ¿qué es lo más importante para los países?, ¿qué medidas se propone tomar para mejorar la situación en los países de bajo desarrollo?, ¿qué debemos desear como países? Luego de proponer algunas respuestas, pasaré al segundo capítulo, en el cual trataré de responder la siguiente interrogante: ¿cuáles son los principales factores que explican el desarrollo? La respuesta caerá rápidamente por su propio peso. Lo que líneas arriba he denominado como ‘conocimiento’ se puede desdoblar en dos grandes temas: uno es la educación, vista en su naturaleza más general; el otro, la triada compuesta por investigación, desarrollo e innovación, triada que implica una ciencia y una tecnología orientadas a la producción y a la satisfacción de necesidades.

Este segundo capítulo proporcionará una visión panorámica de los principales factores que generan riqueza en los países. Luego, el tercer capítulo orientará el estudio hacia el tema que más interesa promover en este ensayo, a saber, la investigación, el desarrollo y la innovación. Por eso, la pregunta inicial será si realmente es rentable invertir en estas tres áreas.

Definiré, entonces, algunos términos que normalmente el público pasa por alto y presentaré los resultados de distintos estudios que respaldan la clara conveniencia de invertir en el trinomio ya mencionado. A partir de esta discusión, surgirá la pregunta clave para el cuarto capítulo, a saber, ¿cuánto invierten los países en investigación, desarrollo e innovación? El universo de estudio que se empleará para responder a esta interrogante será el comprendido por los países de la Organización Económica de Cooperación para el Desarrollo (OECD u OCDE), que asocia a los países más ricos del mundo, y los países iberoamericanos. Este conjunto de países incluye la mayor parte de lo que se conoce como el mundo occidental. Inevitablemente, en este punto, tendré que hacer penosas comparaciones: varios países quedarán muy malparados y a ellos será adecuado conferirles el calificativo de ‘países necios’.

Al pasar al quinto capítulo, reduciré el universo de estudio y me centraré, básicamente, en países con problemas de desarrollo. Por eso, centraré mi estudio en Iberoamérica, y mostraré el monto de las inversiones en investigación, desarrollo e innovación en la región. Este capítulo dará pie a que, luego de preguntar cuáles son las organizaciones que trabajan con el conocimiento, descubra el papel de las universidades e institutos de educación superior.

El sexto capítulo se iniciará con la siguiente pregunta: ¿qué debemos hacer los que estamos mal? Se realizará, inicialmente, un recuento de los problemas y de los intentos fallidos para desarrollar el conocimiento. Dado que soy, en parte, peruano y, en parte, español, comenzaré presentando ejemplos de mi experiencia personal tomados de ambas realidades socioculturales. Luego, con la intención de examinar el problema en el terreno mismo de un país en vías de desarrollo, me detendré en varias situaciones referidas al caso del Perú.

El séptimo capítulo propone realizar una audaz campaña a través de los medios de comunicación y de organismos internacionales para inducir a los países pobres a invertir recursos propios en investigación, desarrollo e innovación. Se presentará la propuesta de crear una nueva clasificación de países, y se discutirá la conveniencia y los problemas de denominar como ‘países necios’ a aquellos que, en

función de sus recursos y de la comparación con sus pares, invierten menos de lo que pueden en investigación, desarrollo e innovación. Se fundamentará la conveniencia de utilizar este indicador como medida de impacto sobre el público y como medida de presión sobre los encargados de tomar grandes decisiones en cada país.

El octavo y último capítulo presentará una campaña complementaria: invitar a la sociedad civil a organizarse, y, dentro de ella, a quienes estén más cerca del manejo del conocimiento, con el fin de crear redes ciudadanas que fomenten el estudio y la generación de saber en temas relevantes para sus propias localidades, regiones o países. En este capítulo, se abordarán problemas reales y concretos, y se presentarán ejemplos de las posibilidades de hacer efectiva esta campaña sobre la base de mi propia experiencia como estudiante y profesor de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

Finalmente, debo indicar que este trabajo está basado en la tesis que presenté para optar al grado de Magíster en Comunicaciones en la PUCP y, por ello, debo agradecer muy especialmente a mi asesora, la profesora Carla Colona, y al director de la Maestría, el profesor Luis Peirano. Ellos no son responsables de los cambios y adiciones realizadas. En todo caso, el único responsable (y culpable, si le parece al lector) es un servidor.

Capítulo 1

¿CÓMO ESTAMOS?, ¿ESTAMOS BIEN?,
¿ESTAMOS MAL?, ¿QUIÉNES ESTAMOS MAL?

EN ESTA PRIMERA unidad, se mostrará, de manera general, cómo ha crecido la economía mundial en los últimos dos milenios. Se presentará el proceso del desarrollo experimentado por algunos de los países más ricos del mundo en comparación con el desarrollo alcanzado por varios países latinoamericanos.

1. ¿Qué queremos?, ¿qué deberíamos querer?

Para empezar este ensayo, es conveniente llegar a un acuerdo en cuanto a las metas comunes que deseamos alcanzar los seres humanos. Para ello, podemos recurrir al *Informe sobre el desarrollo humano 2001*, en el que se encuentra un resumen muy sencillo sobre nuestros fines comunes (PNUD 2001: 30). Estos serían los siguientes:

- vivir una vida larga y saludable;
- adquirir conocimientos y crear;
- disfrutar de un nivel de vida decoroso; y
- participar en la vida social, económica y política de una comunidad.

Asumiendo que se está de acuerdo con estas cuatro pretensiones, en dicho informe se indica que, para lograr satisfacerlas, es necesario disponer de:

- recursos para la educación, la salud, las comunicaciones; y
- empleo.

Para disponer de estos recursos, ofrecer empleo de manera progresiva y mejorar la calidad de vida de las personas, es necesario que haya crecimiento económico. A su vez, para que se produzca un crecimiento económico, debemos conseguir un aumento en la productividad.

¿Y qué genera aumentos en la productividad? La respuesta a esta pregunta es el tema central que pretendo tratar en este ensayo. Parte de ella es que uno de los factores cruciales del aumento de la productividad es el cambio tecnológico.

Este razonamiento, que parece ser claro y lógico, y que se repite desde hace varias décadas, debería orientar las políticas de cualquier organización, ya sea estatal o privada, interesada en el crecimiento económico. En consecuencia, toda organización, estatal o privada, que pretenda sobrevivir y crecer debería examinar si forma parte de un sistema que promueve, favorece y aprovecha el cambio tecnológico.

Para las clases dirigentes de los países pobres, el cambio tecnológico es un tema poco comprendido y poco tomado en cuenta, en gran medida porque implica aventurarse en una actividad que ignoran y que no están interesados en conocer. Ciertamente, el cambio tecnológico no sucede por generación espontánea. Para que ocurra, es necesario invertir recursos económicos y crear un ambiente propicio para el desarrollo intelectual. Esto implica, por tanto, una visión y un esfuerzo; pero una visión y un esfuerzo capaces de desmontar el círculo vicioso de la pobreza y, en cambio, erigir el círculo virtuoso del desarrollo.

El círculo virtuoso que se promueve funciona de la siguiente manera: la inversión en educación e investigación genera nuevo conocimiento. Este nuevo conocimiento se convierte en tecnología que, a su vez, se traduce en más recursos materiales y mayores posibilidades de bienestar. Con mayores recursos económicos, la inversión en el conocimiento puede incrementarse. Vista, pues, en conjunto, la inversión en ciencia, investigación y educación es la operación económica más rentable; dado que implica alimentar, de manera directa, la

maquinaria de producción dotándola de nuevos medios, y de más y mejores posibilidades de desarrollo. Cuando la inversión en ciencia y educación se detiene, el sistema productivo opera siguiendo el principio de la inercia, ya que no se alimenta de la innovación y, a la larga, su crecimiento se paraliza.

Por increíble que parezca, estas relaciones entre ciencia y desarrollo, que resultan tan obvias, son tomadas con muy poco interés por las clases dirigentes de muchas naciones en vías de desarrollo. Para un gran número de políticos y empresarios, la inversión en ciencia y tecnología equivale a un derroche inútil de recursos. Estas personas desprecian la posibilidad de creación de conocimiento en su país. La consecuencia de su incuria es bastante seria, pues acarrea el estancamiento económico de sus sociedades, así como su marginación con respecto al contexto mundial. Para ser más claros, ignorar este tipo de inversión condena a la pobreza a cientos de millones de personas y convierte a países enteros en naciones irrelevantes.

2. Países que progresan y países que no progresan

Para definir qué es un país en vías de desarrollo y qué es un país desarrollado existen dos medidas que podríamos utilizar: la primera y más antigua es la del producto bruto interno por habitante (PBI per cápita); la más moderna y completa es la del índice del desarrollo humano (IDH).

Para explicar qué es el producto bruto interno (PBI), preguntémonos qué necesita el ser humano durante su paso por el mundo. Sin establecer un orden de prioridades, podemos decir que necesita alimentos, vivienda, salud, vestido, aire, agua, entretenimiento, comunicación, transporte, energía, espiritualidad, reconocimiento, amor, seguridad, placer, descanso, sexo, ejercicio y, en general, toda clase de posibilidades de gratificaciones materiales y espirituales. Para satisfacer esas necesidades, los países producen bienes y servicios, los cuales se miden con distintas herramientas, entre las que destaca el PBI, el cual es el valor final de los bienes y servicios producidos por un país, región o localidad en un año determinado. Hoy en

día, la parte más importante del PBI es la relativa a los servicios, los que incluyen el conocimiento.

El PBI por habitante o PBI per cápita de cada país resulta de dividir el PBI entre el número de habitantes de un país, es decir, nos da un valor promedio del ingreso individual. Por tanto, al proporcionar un valor promedio, es pasible de generar interpretaciones erradas, sobre todo en los países en los que las diferencias entre los ricos y los pobres son muy marcadas. Sin embargo, la ventaja que ofrece usar este indicador radica en que se dispone de abundantes estadísticas que abarcan un lapso de varios centenares de años. Además, dado que, en este trabajo, uno de los principales objetivos es demostrar la relación entre inversión en investigación, desarrollo e innovación y la generación de riqueza, considero más conveniente mostrar las relaciones en unidades monetarias. En ese sentido, puesto que el PBI per cápita se expresa en este tipo de unidades, resulta un indicador pertinente para los fines de este estudio. Por ello, la mayoría de los cuadros y gráficos que analizaré en este libro estarán referidos al PBI per cápita.

Es conveniente aclarar que una medida alternativa con la que hubiera sido deseable poder trabajar es el IDH, promovido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que constituye una medida del bienestar más poderosa y precisa que el PBI per cápita.

El IDH mide los adelantos medios de un país en tres aspectos básicos del desarrollo humano:

1. La esperanza de vida de los habitantes.
2. El nivel de conocimientos medido por la tasa de alfabetización de adultos (con una ponderación de dos tercios) y la combinación de las tasas brutas de matriculación primaria, secundaria y terciaria (con una ponderación de un tercio).
3. Un nivel de vida medido por el PBI/cápita anual. Este valor es modificado de acuerdo a lo que se denomina paridades de poder adquisitivo (PPA), medido en dólares americanos y con la que se toma en cuenta no solo el PBI per cápita nominal de cada país, sino, además, el costo de vida del país (PNUD 2001: 243-244).

Estos tres factores son corregidos y convertidos en números adimensionales. La multiplicación de estos tres factores da el IDH.

Parece razonable utilizar este indicador como medida de la calidad de vida de un país; sin embargo, ya que el IDH se ha comenzado a utilizar recién a partir de la década de 1990 y su forma de medición ha sufrido varios cambios, forzosamente, he debido descartar su uso en este trabajo y solo incluirlo como referencia.

2.1. Crecimiento económico del mundo en veinte siglos

Habiendo escogido al PBI per cápita anual como el indicador más adecuado para medir el progreso de los países, se mostrará, en las siguientes páginas, qué ha ocurrido en el mundo desde el punto de vista económico durante el último milenio, durante las últimas centurias y durante las últimas décadas.

En primer lugar, observemos el gráfico 1, que nos ofrece la forma en la que ha variado el PBI per cápita en el mundo desde el año 1 d. de C. hasta el año 2001. Los datos están basados en el trabajo que Angus Maddison recogió, en junio de 2001, en el libro *The World Economy: A Millenial Perspective*, y que también se pueden encontrar (junto con datos adicionales) en Maddison 2005.

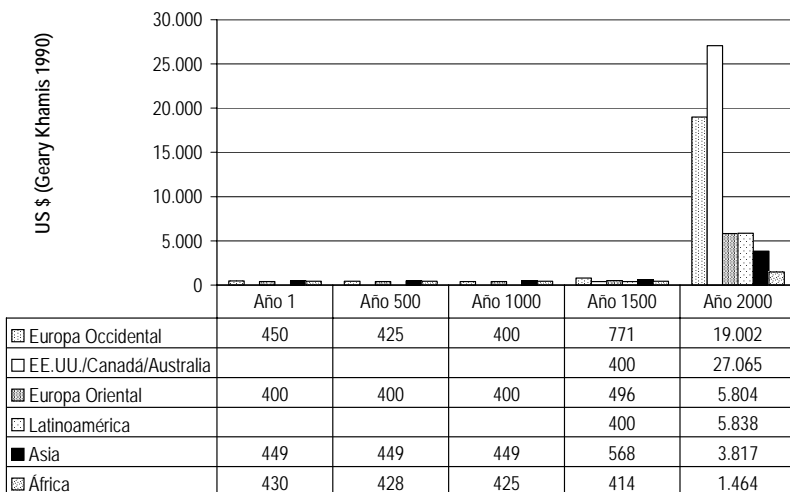
Maddison ha reunido y compilado cifras económicas de más de cien países y las ha transformado a valores que permiten realizar comparaciones a pesar de las diferencias entre las monedas y sus respectivos valores a lo largo del tiempo.

En el gráfico 1, se muestran los datos promedio de Europa Occidental, Europa Oriental, la denominada rama occidental (que comprende a Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda), Latinoamérica, Asia y África.¹

En el estudio de Maddison, con el fin de comparar adecuadamente el PBI per cápita de los países analizados, se han transformado los datos anuales de sus respectivas monedas y se han corregido de acuerdo con la paridad de poder de compra de cada lugar con una

¹ Sobre la base de los datos de Maddison, se han hecho interpolaciones para presentar datos en intervalos de quinientos años.

Gráfico 1
PBI per cápita, años 1 a 2000



metodología algo similar a la que utiliza el PNUD en sus reportes anuales sobre el desarrollo humano. Maddison utiliza el método Geary Khamis.² Estos valores se han transformado, a su vez, en valores correspondientes a dólares de 1990. Por ello, en el gráfico 1, y en los posteriores en los que se utilizarán datos tomados de Maddison, los dólares siempre estarán dados en lo que se denomina 'dólares Geary Khamis del año 1990'.

Grosso modo, y a pesar de lo complicado y poco fiable de muchos datos de origen, puede verse que el crecimiento de la denominada rama occidental, en los últimos quinientos años, es espectacular. Europa Occidental también exhibe un fuerte crecimiento económico, en tanto que Latinoamérica y Europa Oriental se mimetizan con el promedio mundial. El crecimiento de algunos países asiáticos como el Japón se confunde al promediarse sus datos con los de la India y la China.

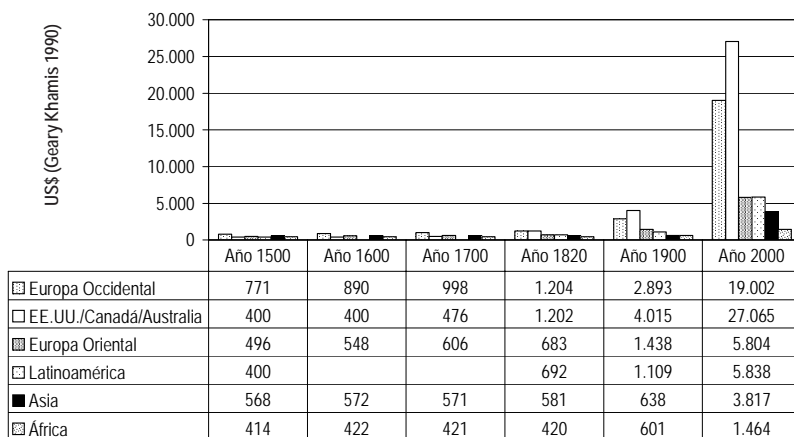
El gráfico plantea una pregunta fundamental: ¿qué diferencia a los países de Europa Occidental y de la rama occidental (Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda) de los demás?

² Sobre el método Geary Khamis, véase División de Estadística de las Naciones Unidas 2006.

Antes de responder a la pregunta, es interesante hacer notar que, de acuerdo con los estudios de Maddison, hasta el fin del primer milenio de la era cristiana, el nivel de producción promedio por habitante en cada país era de alrededor de US\$ 400 (dólares Geary Khamis de 1990) y que, quinientos años después, rondando la fecha del descubrimiento de América, en Europa Occidental, la producción anual por habitante no había llegado a duplicarse, ya que el país que ostentaba el valor más alto había llegado a un PBI per cápita de US\$ 770. Este pequeño crecimiento durante siglos se explica porque el mundo tenía un límite muy definido de energía por habitante para la producción de bienes y servicios. Por entonces, los pueblos producían en límites cercanos a los dictados por la subsistencia y los excedentes eran disputados por los poderosos. En un país pobre del siglo xv, se producía, por habitante, lo mismo que en un país pobre del siglo v. Es más, aun hoy en día, cientos de millones de seres humanos de los países pobres sobreviven con un ingreso diario de US\$ 1 por habitante. Estas personas poseen una calidad de vida comparable a la de una persona media de hace mil años o más.

Retornemos a la pregunta por resolver: ¿cuál es la diferencia entre los denominados países occidentales (Europa Occidental, Estados

Gráfico 2
PBI per cápita, años 1500 a 2000



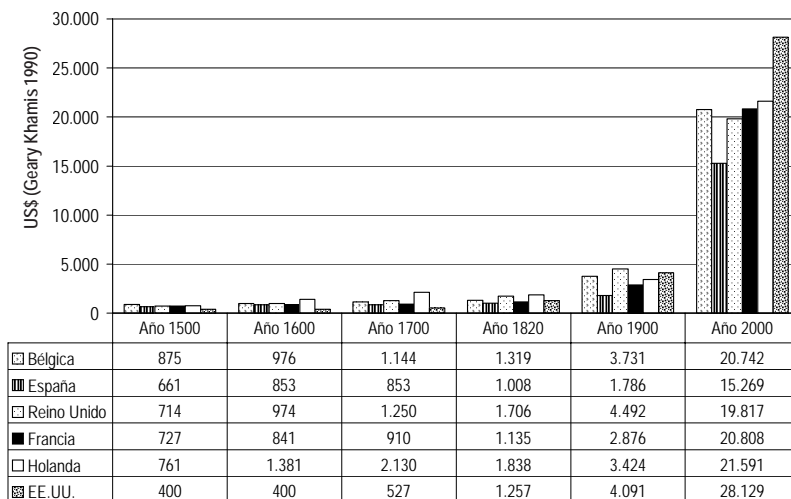
Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda) y el resto de países? En el gráfico 2, se constata que fue desde hace trescientos años que empezaron a evidenciarse cambios fuertes en el desarrollo de la economía mundial. Como puede observarse, en el siglo XIX, el crecimiento económico comienza a acelerarse, mientras que, en el siglo XX, este crecimiento alcanza un nivel aún superior.

2.2. Crecimiento económico de los cinco grandes en los últimos cinco siglos

Como las cifras mostradas son valores promedio de distintos conjuntos de países, vale la pena hacer más específico el análisis y observar el devenir económico de los cinco países más poderosos en el siglo XVI.

En esta sección, debido a su ejemplar desarrollo, se incluyen datos de los Estados Unidos, a pesar de que este país realmente se constituyó como tal a fines del siglo XVIII. Por otro lado, no se estudian los casos de Italia y Alemania, porque, en el siglo XVI, aún no poseían la demarcación territorial que hoy los define.

Gráfico 3
PBI per cápita, años 1500 a 2000



Quiero destacar que Adam Smith publicó su famosa obra *La riqueza de las naciones* en 1776 y, en esa época, en el Reino Unido, el PBI por habitante era de alrededor de US\$ 1.500. Por su parte, Karl Marx publicó el primer tomo de *El capital* en 1867, año en que el PBI por habitante en el Reino Unido bordeaba los US\$ 3.000. En el año 2001, en el Reino Unido, el PBI per cápita fue de US\$ 20.000, mientras que el de los Estados Unidos fue de US\$ 28.000, lo que da una idea del enorme cambio producido en la economía de los países desarrollados.

Al revisar las curvas mostradas hasta el momento, creo que vale la pena insistir en algo que ya he mencionado: hasta el siglo xv, el PBI por habitante, medido en dólares Geary Khamis de 1990, en cualquier parte del mundo, rondaba los US\$ 400. Solo unos cuantos países exhibían una producción mayor, entre los cuales destacaban los Países Bajos, con una producción que alcanzaba el doble del promedio mundial.

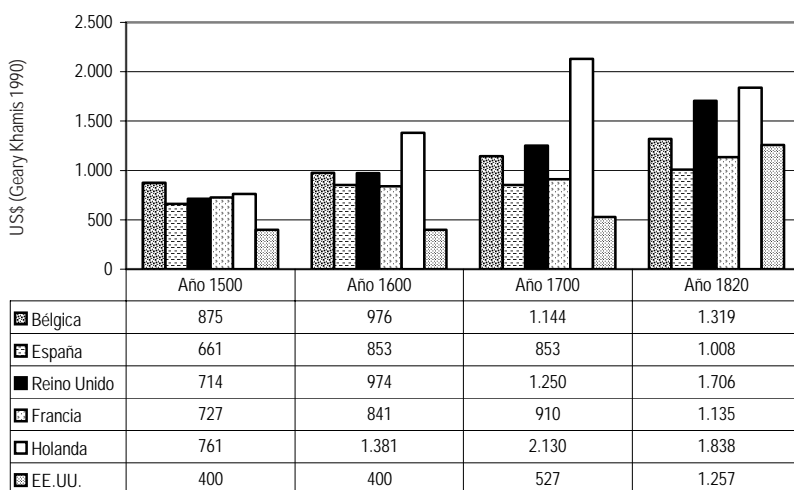
Por ello, podría decirse, de una manera algo burda, que el nivel mínimo de subsistencia de los habitantes de un país era, hace cientos de años, y es, hoy en día, de alrededor de US\$ 400 (medido en dólares Geary Khamis de 1990). La idea que surge a partir de esta observación y sobre la cual vale la pena hacer algún análisis es que diez o veinte siglos atrás los seres humanos necesitaban poco más de un dólar Geary Khamis de 1990 al día para alimentarse, vestirse y tener cobijo. La mayor parte de las personas vivía en esas condiciones y, como ya he señalado, los excedentes eran materia de disputa entre los poderosos. En épocas pasadas, en la mayoría de los casos, quien deseaba hacerse rico solo podía conseguirlo a costa de quitárselo a otros, ya fuera mediante la fuerza o mediante el engaño. Veinte siglos atrás, la mayoría de las personas que, durante sus vidas, ampliaban su posesión de tierras y de riquezas llegaba a tal condición porque ellas mismas o sus países les quitaban su producción y sus riquezas a otras personas o países.

Este promedio de producción de US\$ 400 por habitante al año (medido en dólares Geary Khamis de 1990) cambia a partir del Renacimiento y se incrementa debido al descubrimiento de América. Por aquellas épocas, aparece un impulso muy fuerte en la economía mundial que Jack Weatherford explica de la siguiente manera:

La difusión del oro y la plata de América a través del Atlántico y el Pacífico inauguró la era comercial moderna. Durante los siglos **xvi** y **xvii**, las monedas de plata y hasta las de oro se hicieron asequibles como nunca antes en la historia. A contar desde entonces, el empleo de monedas confeccionadas con metales preciosos ya no se limitaría a las personas de fortuna. Desde esa época el panadero podría utilizar monedas para adquirir harina del molinero, quien las empleaba a su vez para comprar trigo al granjero, quien las empleaba para comprar pan al panadero. [...] [En] el siglo **xviii** en particular, la nueva redistribución de la riqueza dio origen a una vasta clase media formada por mercaderes. Ellos originaron a su vez oficios enteramente nuevos y centrados en el dinero [...]. España había liberado una potencia que ahora corría por todo el globo y operaba con fuerza propia, con independencia de la Iglesia y del Estado. La riqueza se había desbocado. El mundo nunca volvería a ser el mismo. (1998: 152-154)

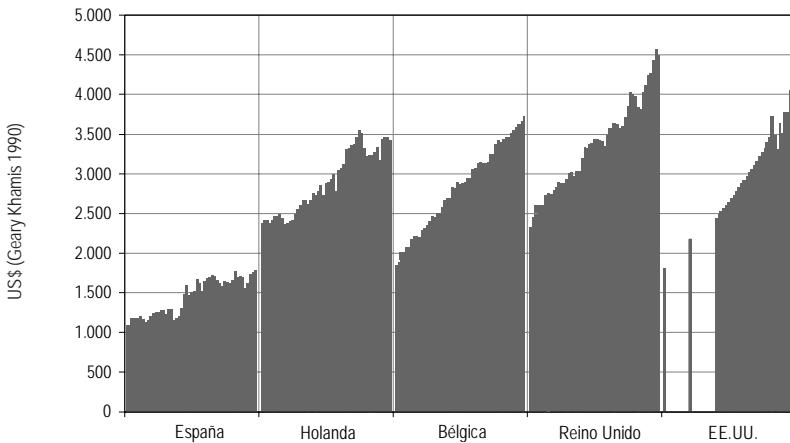
Si continuamos con nuestro análisis sobre los cinco grandes del siglo **xvi**, al remitirnos al período comprendido entre los años 1500 y 1820, obtendremos el siguiente gráfico:

Gráfico 4
PBI per cápita, años 1500 a 1820



Durante todo este período de más de trescientos años, Holanda fue el país con los habitantes más ricos del mundo occidental con una tendencia a la baja al empezar el siglo XIX. Por otro lado, aunque los demás países fueron progresando en su nivel de producción por habitante, fue en el Reino Unido y en los Estados Unidos que se produjeron los mayores crecimientos a partir del siglo XVIII, como vemos en el gráfico 5, que abarca el período 1850-1900.

Gráfico 5
PBI per cápita, años 1850 a 1900



2.3. La energía y los cinco grandes del siglo XVI

¿Cómo explicar este sostenido crecimiento del Reino Unido y de los Estados Unidos? Ya el oro de América no llegaba en ingentes cantidades a Europa, pero un sorprendente invento estaba revolucionando la producción. En Inglaterra, se habían desarrollado ingenios capaces de aprovechar la energía que el agua era capaz de desatar cuando era convertida en vapor gracias a la combustión del carbón. Con las máquinas de vapor, se multiplicó por cientos la capacidad del ser humano para producir trabajo; eso significó que se pudiera aumentar la producción de bienes y servicios también por cientos. Esto

explica claramente el crecimiento del PBI de los países en los que se desarrollaron las primeras máquinas de vapor.

Los economistas han analizado exhaustivamente los factores que explican la producción de bienes y servicios. Siglos atrás, podíamos decir que el PBI per cápita en un país estaba dado por la tierra y el trabajo; esto lo representamos de la siguiente manera:

Producción (PBI) = función de la tierra y del trabajo

Esta expresión se presenta mejor de la siguiente manera:

$$\text{PBI} = f(\text{tierra, trabajo})$$

Con la aparición de la moneda, se introduce una nueva variable, debido a la existencia del capital (K), con lo que la función que explica la producción de bienes y servicios estaría dada por:

$$\text{PBI} = f(\text{tierra, trabajo, capital})$$

Es decir, el PBI de un país es originado por la tierra, el trabajo y el capital. Incluso, podríamos considerar a la tierra como parte del capital y, por tanto, la función de producción de bienes y servicios, en su forma más simple, la podríamos representar por:

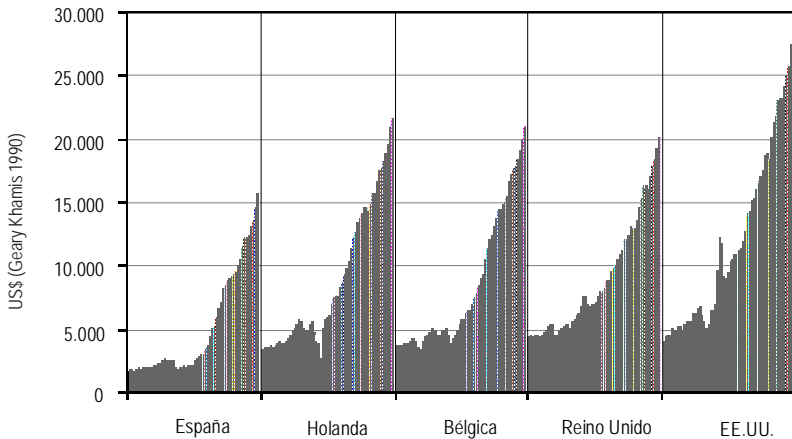
$$\text{PBI} = f(\text{trabajo, capital})$$

La aparición de las máquinas de vapor y, luego, el desarrollo de nuevas y más potentes fuentes de energía afectaron fuertemente a las variables que permiten producir bienes y servicios; por ello, se le da mucho peso al capital. No en vano a este período se le denomina 'era capitalista'. El capital es la fuente que facilita la producción. En un mundo capitalista, la función de producción de bienes y servicios, según muchos, debería ser calculada de la siguiente manera:

$$\text{PBI} = f(\text{trabajo, CAPITAL})$$

Esa función explicaría el crecimiento explosivo de la producción mundial a lo largo del siglo xx. Mostramos ello en el gráfico 6.

Gráfico 6
PBI per cápita, años 1900-2000



Tal vez, la supuesta preponderancia del capital como fuente de producción de bienes y servicios nuble la vista de políticos, empresarios y economistas, quienes tratan de encontrar varitas mágicas a las que llaman leyes, reglamentos, normas, impuestos, tasas de interés y otros factores más, cuyo buen uso y manejo permitiría el despegue económico de cualquier país. Sin embargo, a mi modo de ver y dada mi formación como ingeniero, me parece que el ingrediente principal del crecimiento de la producción mundial está mucho más ligado al factor trabajo de lo que normalmente se supone.

Previamente a la revolución industrial, la principal fuente de energía y de trabajo era el ser humano. Las máquinas más poderosas eran los barcos a vela. De allí que la esclavitud haya constituido un importante medio de producción. Hoy en día, por el contrario, poseer esclavos como fuente de energía no es rentable, porque alimentarlos implica un fuerte gasto que no se puede recuperar con lo que produzcan a partir de su trabajo mecánico. Por su parte, los barcos a vela, los ingenios humanos de mayor potencia hasta antes de la revolución industrial, experimentaron un cambio rápido y dramático. En cincuenta años, fueron desplazados por los barcos movidos a vapor,

al punto que, hoy en día, el manejo de barcos a vela se reduce a una función meramente recreativa o deportiva.

Un par de ejemplos pueden dar una mejor idea de la importancia que se le debe dar al factor trabajo:

- Caso 1. Para realizar el mismo trabajo que un automóvil de ciudad (alrededor de 100 kW), sería necesario juntar a más de 1.200 personas en excelente forma física.
- Caso 2. Si se contratara a una persona para generar energía eléctrica durante ocho horas al día, sus condiciones físicas solo le permitirían mantener encendidos tres focos de 25 W. El pago que debería dársele por su trabajo (a precios de mercado) sería de unos US\$ 0,06. Con dicho dinero, no podría comprarse ni un paquete de galletas; en consecuencia, al día siguiente, no tendría fuerzas para volver a trabajar. Por lo tanto, esta condición no es sostenible en el tiempo.

De acuerdo con lo anterior, me parece más correcto definir la función de producción de la siguiente manera:

$$\text{PBI} = f(\text{TRABAJO, capital})$$

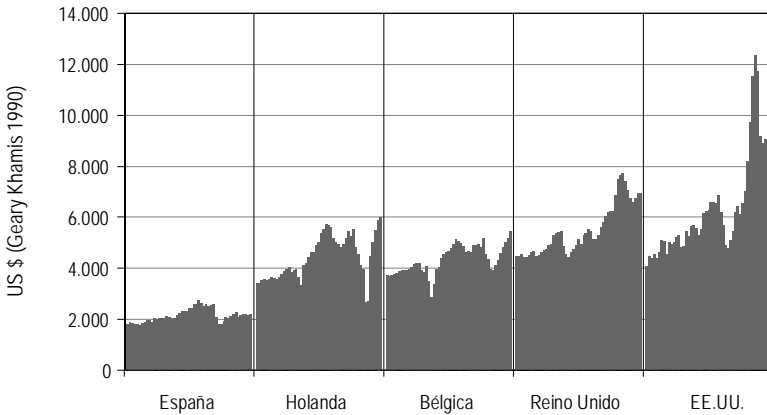
En otras palabras, es cierto que el capital es un importante factor de producción, pero el factor de más peso se presenta cuando el capital contenido en las fuentes de energía y en las máquinas entra en acción.

Tal vez haya una confusión y muchas personas creen que capital solo significa dinero; también puede ocurrir que quienes tienen claro lo que es el capital no se den cuenta de que, para producir, es necesario convertir la energía potencial (valorizada como parte del capital) en energía cinética (y realizar trabajo).

Puede ser que el crecimiento económico mundial del siglo xx nos haga creer que las brechas entre países pobres y países ricos son insalvables, pero también vale la pena hacer notar que este crecimiento económico no fue constante y sostenido todo el tiempo. Veamos, primero, lo que sucede en la primera mitad del siglo xx.

Hasta unos años antes de la Segunda Guerra Mundial y con excepción de España, la producción económica por habitante fue muy

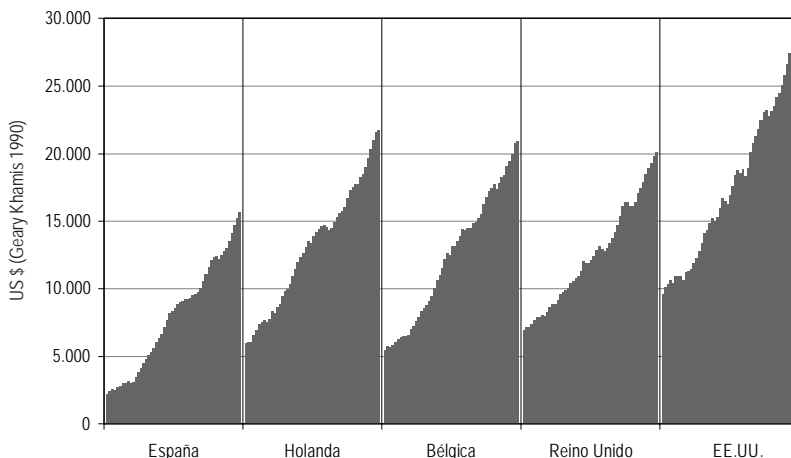
Gráfico 7
PBI per cápita, años 1900 a 1950



similar entre el Reino Unido, los Estados Unidos, Holanda y Bélgica. Hubo algunos cambios en el liderazgo causados por la Primera Guerra Mundial, la posguerra y el derrumbe de las bolsas de valores a fines de la década de 1920; pero, a partir de la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos se distanciaron notablemente de los demás países y su crecimiento fue muy superior al del resto del mundo. Sin embargo, a partir de 1950, los cinco grandes del siglo *xvi* iniciaron un proceso de crecimiento casi permanente, con algunos altibajos causados por los distintos problemas que cada país tuvo que enfrentar. Resalta la década de 1960, años en los que la producción, en estos países, aumentó, en términos reales, entre el 50% y el 100% en diez años.

Un tema que no se tratará en el libro, pero que también debe tomarse en cuenta, es el del futuro agotamiento de los combustibles fósiles y el deterioro del medio ambiente, asuntos que merecen una dedicación especial que escapa a las intenciones de este libro, pero que dejan un par de inquietudes: ¿seguirá creciendo de esa manera el mundo cuando se agoten los combustibles fósiles?, ¿cómo habrá quedado el medio ambiente cuando los combustibles fósiles se hayan agotado?

Gráfico 8
PBI per cápita, años 1950 a 2000



2.4. Países que no progresan

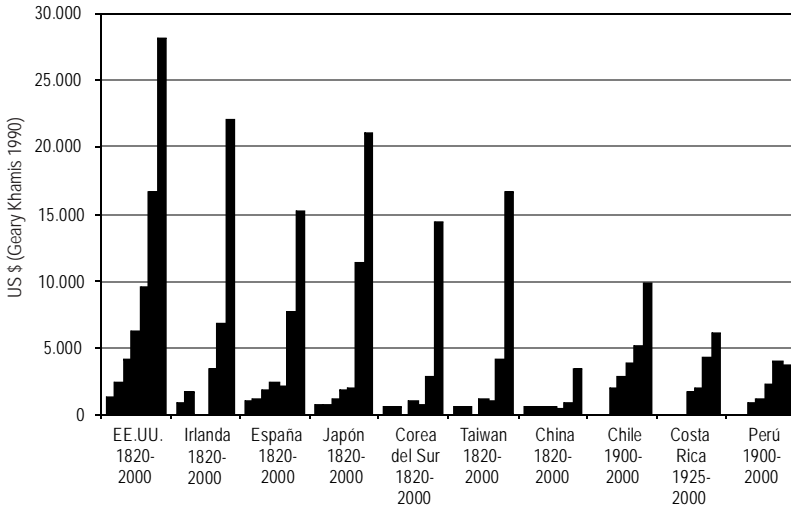
Pasemos a ver ahora el caso de países que no progresan económicamente. Una de las referencias en este trabajo será el caso del Perú, país al que tomaré en cuenta por ser el país en el que vivo y para el cual, capítulos más adelante, se propondrán alternativas para impulsar su desarrollo con la intención de que sirvan de ejemplo para países en condiciones similares.

Páginas atrás, se planteaba la pregunta sobre qué diferencia a los países cuyo crecimiento económico es notable respecto del resto de países del mundo con economías estancadas. Con la intención de dar más luces sobre el tema, revisemos las cifras de algunos otros países que han conseguido desarrollarse económicamente y realicemos algunas comparaciones con el caso del Perú y de otros países vecinos.

Veamos, primero, algunas cifras desde 1820, año alrededor del cual varios países sudamericanos alcanzaban su independencia política.

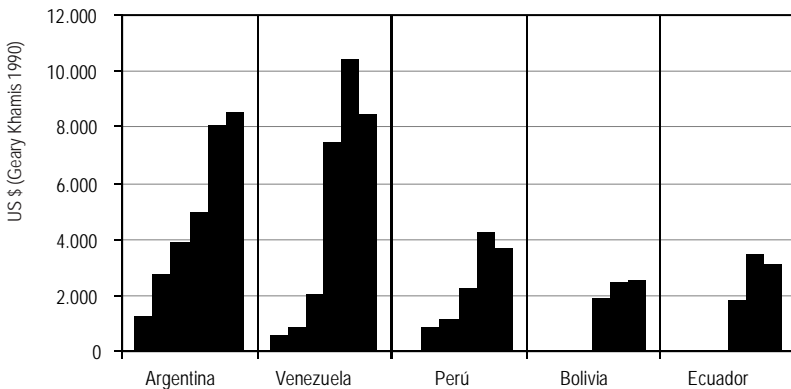
El Perú aparece claramente en una posición de atraso con respecto a todos los demás países cuyos datos se muestran en el gráfico. Esta diferencia se marca aún más a partir de la segunda mitad del siglo xx.

Gráfico 9
PBI per cápita, años 1850 a 1900



Realicemos, a continuación, comparaciones con otros países sudamericanos. Observemos que, en Argentina, Bolivia, Ecuador, Perú y Venezuela, no se observa ninguna mejora consistente.

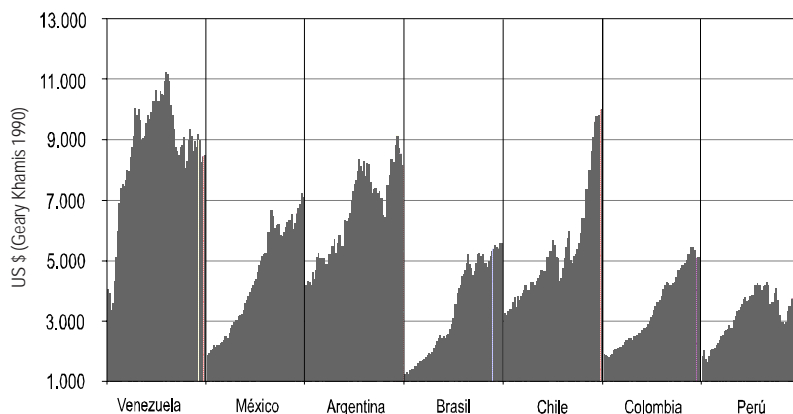
Gráfico 10
PBI per cápita, años 1870 a 2000



Es interesante hacer notar, en el gráfico 10, las grandes semejanzas entre el desarrollo económico de Bolivia, Ecuador y Perú. A pesar de haber sido gobernados por regímenes políticos y económicos aparentemente distintos, los resultados, de acuerdo con las mediciones y correcciones de Maddison, son sorprendentemente similares.

Es de suponer que el lector quiera observar con más detalle lo ocurrido en el Perú y en otros países de Latinoamérica durante el siglo pasado. Por ello, vale la pena mostrar unos cuadros adicionales. Veamos, a continuación, las cifras calculadas por Maddison para los siete países más grandes de América Latina.

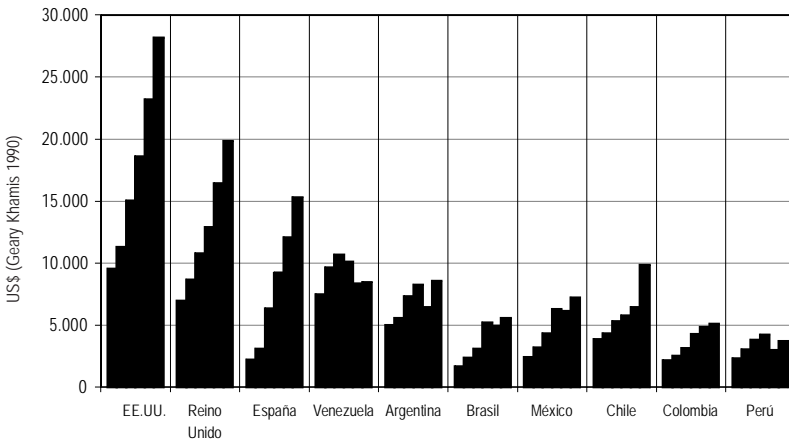
Gráfico 11
PBI per cápita, años 1940 a 2001



Las comparaciones no son muy favorables para los peruanos. El caso más sobresaliente de crecimiento económico es el de Chile desde 1983, año a partir del cual su PBI muestra un crecimiento sostenido. México, Brasil y Colombia muestran una tendencia a mejorar mucho más clara que la de Perú, país cuyo crecimiento se detiene en la década de 1970 y cae estrepitosamente en la década de 1980. Venezuela y Argentina, a pesar de sus notables crecimientos en la primera mitad del siglo xx, pasan a producir de manera errática y con tendencia a la baja en buena parte de la segunda mitad del mismo siglo.

Obsérvese la gran diferencia en comparación con el crecimiento de los Estados Unidos, el Reino Unido y España. Ello se muestra a continuación en porcentaje, en el siguiente gráfico.

Gráfico 12
PBI per cápita, años 1950 a 2000



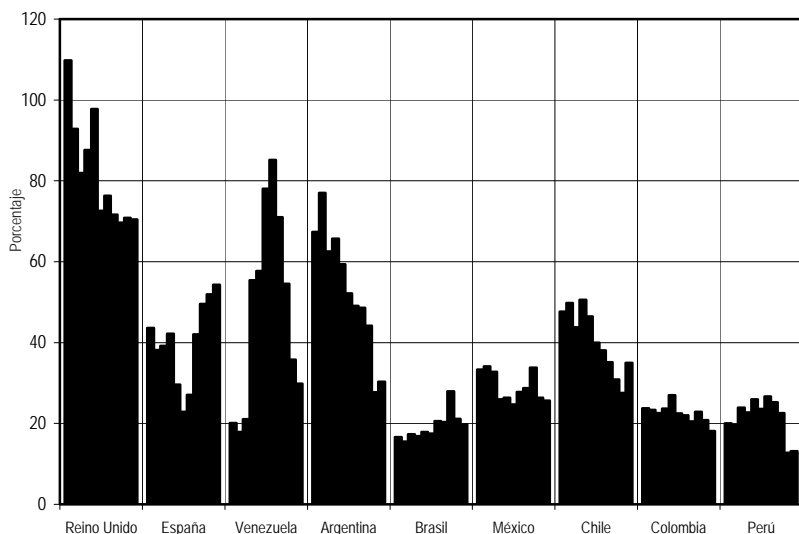
Las cifras presentan el PBI per cápita en cada país por décadas. Por eso, no se llegan a notar las variaciones anuales de los gráficos anteriores.

La tendencia a crecer es fuerte y pronunciada en el caso de Estados Unidos, Inglaterra y España. En Latinoamérica, recién empieza a destacar Chile, en tanto que Brasil, México y Colombia parecen crecer permanentemente aunque a ritmo lento. Por su parte, Venezuela y Argentina, luego de varias subidas y caídas, no muestran una tendencia definida hacia el crecimiento.

Si, a su vez, mostramos las mismas cifras en forma de porcentajes con respecto a lo producido por Estados Unidos para un mismo año, obtenemos lo siguiente:

En 1900, Perú y Venezuela producían, por habitante, la quinta parte de lo que producía un norteamericano (20%). En 1950, el Perú producía la cuarta parte (24%); Venezuela, poco más de las tres cuartas partes (78%). En el año 2000, Perú produjo, por habitante, poco

Gráfico 13
Porcentaje de PBI per cápita respecto a Estados Unidos, años 1900 a 2000



menos de la octava parte con respecto a Norteamérica; Venezuela, poco menos de un tercio.

La pregunta aparece una y otra vez: ¿qué explica la diferencia en el crecimiento económico de estos dos grupos de países?; ¿por qué, luego de crecer en la primera mitad del siglo y habiendo llegado a distintos niveles de crecimiento, Argentina, Bolivia, Ecuador, Perú y Venezuela han quedado estancados a partir de la década de 1970?

Se puede recurrir a muchas explicaciones para responder a estas preguntas. Algunas respuestas en torno al fracaso económico de estos países se sustentarían en su modo de organización, en su cultura, en su sistema de educación y hasta en sus buenas o malas relaciones internacionales.

Entre todas las explicaciones, destaca la siguiente, ya esbozada al inicio del primer capítulo: aquellos países en los que se invierte en educación, así como en investigación, desarrollo e innovación en ciencia y tecnología (I+D+I), crecen de manera regular y sostenida. Japón, Corea del Sur, Taiwán y la República de Irlanda son un claro ejemplo

de los beneficios que produce la inversión en educación y ciencia. Hacia 1950, todos estos países estaban en peor o similar condición que la del Perú. Los tres primeros casos nos son muy fáciles de asociar al crecimiento sobre la base de la ciencia y la tecnología. El caso de Irlanda, menos conocido en nuestro medio, también es paradigmático. Hoy en día, su PBI per cápita anual ya ha superado al del Reino Unido y la mayoría de las empresas de alta tecnología más importantes de Europa y de buena parte del mundo cuenta con una sede en dicho país. A pesar de que Irlanda no es uno de los países que más destaca en la inversión en ciencia y tecnología como porcentaje con relación a su PBI, las políticas y las prioridades establecidas al respecto muestran que es posible conseguir incrementos muy significativos en su PBI si continúa con una buena política y con buenos instrumentos de promoción de la ciencia y la tecnología ligadas al desarrollo económico.

3. ¿Realmente están mejor los más ricos? Algunas dudas

No puede terminarse el capítulo sin dejar sembradas algunas dudas: ¿qué tanto peso le debemos dar al PBI per cápita como indicador del bienestar en cada país? Es cierto que no podemos considerar el dinero como el indicador principal. Ya he explicado que sería aún mejor recurrir al indicador de desarrollo humano. Sin embargo, y como ya he expuesto, no es posible utilizar otro dato que sea tan completo, conocido y estudiado a lo largo de cientos de años como lo es el PBI per cápita de cada país.

Sucede, asimismo, que, en algunos países más desarrollados, la necesidad de ganar más y la posibilidad de consumir más lleva a las sociedades a prácticas de consumo tan irracionales que ponen en peligro el medio ambiente de todo el planeta. Sin embargo, también es cierto que, en varios países de Latinoamérica, como es el caso del Perú, la mayoría de sus habitantes no avizora ningún buen futuro y ello explica sus deseos de emigrar. El minúsculo, cuando no negativo crecimiento económico, es incapaz de satisfacer sus necesidades y, por tanto, no ofrece suficientes oportunidades para disfrutar de una vida digna.

También es importante resaltar cuán relativos son los conceptos de bienestar según las distintas épocas. Cabe preguntarse, por ejemplo, quién goza de un estilo de vida más satisfactorio: ¿el rey de Inglaterra en el siglo xv, que puede ser víctima de la gota o de la gangrena, o un latinoamericano de clase media del siglo xxi, que cuenta con modernos servicios médicos? Por otro lado, un peruano de la clase media, ¿vive mejor si se queda en el país o si se va a trabajar como repartidor de pizzas en Estados Unidos para ganar el triple de lo que percibía en su país?

Dudas como las presentadas no podrán ser resueltas en este trabajo y, seguramente, habrá quienes prefieran vivir en un país con menos tensiones de trabajo y saturación en la comunicación, en la información y en el consumismo; pero lo real es que hay más personas que migran de los países con bajos ingresos hacia los países desarrollados que a la inversa. ¿Esos emigrantes son personas víctimas de espejismos materiales o son un nuevo tipo de pioneros?

Capítulo 2

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES FACTORES QUE PROPICIAN EL DESARROLLO?

Innovación.

(Del lat. *innovat-o*, *-Mnis*).

1.f. Acción y efecto de innovar.

2.f. Creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado. (Real Academia Española 2001: 1281)

EN ESTE CAPÍTULO, se analizarán distintas opiniones que tratan de explicar por qué algunos países alcanzan un buen desarrollo económico. Se tratará de ofrecer más argumentos a favor de la tesis que plantea que el conocimiento es la principal fuente de riqueza. Se estudiará el segundo pilar de la generación del conocimiento: la triada investigación, desarrollo e innovación.

1. La función del desarrollo según Angus Maddison

Se ha mostrado ya que la función que explica el PBI de un país depende de la tierra, del trabajo (o energía aplicada) y del capital. Veamos, ahora, lo que propone Angus Maddison.

Maddison, responsable de algunos gráficos mostrados anteriormente, es un reconocido especialista en la historia de la economía mundial. Ha sido funcionario de la Organización Económica de Cooperación para el Desarrollo (OECD) desde sus inicios y ha ocupado distintos cargos de importancia en dicha institución. La principal preocupación del profesor Maddison es descubrir las fuerzas que

afectan el crecimiento económico mundial, con especial énfasis en el análisis cuantitativo y comparativo desde una perspectiva histórica.

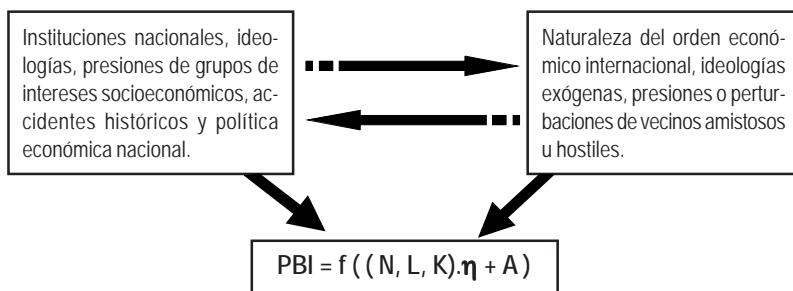
En *Historia del desarrollo capitalista, sus fuerzas dinámicas: una visión comparada a largo plazo*, Maddison analiza los elementos que explican el PBI per cápita de un país, los que estarían relacionados con los siguientes aspectos:

1. Las relaciones de un país con sus vecinos: relaciones amistosas u hostiles, relaciones de intercambio favorables o desfavorables.
2. Las condiciones políticas, sociales y culturales internas que favorecen o frenan el desarrollo.
3. Una relación directa con el capital natural, el capital humano y los recursos naturales del país. (Maddison 1998: 15)

En el tercer punto, Maddison encuentra una relación funcional en la que el papel de la tecnología, el conocimiento y el progreso técnico es fundamental. Obviamente, esto solo es posible si un país invierte en investigación, desarrollo e innovación.

En el siguiente gráfico, se muestran las relaciones propuestas por Maddison:

Gráfico 14
Elementos que, según Angus Maddison, explican la marcha del PBI per cápita en los países desarrollados



N = recursos naturales aumentados por el progreso técnico;

L = capital humano, es decir, input de trabajo aumentado por la inversión en educación y formación;

K = existencia de capital fijo aumentado por el progreso técnico;

η = eficiencia de la asignación de recursos;

A = flujo neto de bienes, servicios, factores de producción y tecnología del extranjero.

Fuente: Maddison 1998: 15.

2. ¿Son opuestas las inversiones en educación en relación con las inversiones en investigación, desarrollo e innovación?

El propósito final de este libro es intentar convencer al lector de la necesidad de tratar a la investigación, el desarrollo y la innovación como actividades inseparables, y lograr que quienes conducen organizaciones y países en vías de desarrollo comprendan la necesidad de tender puentes entre estas tres actividades e inviertan en todas ellas con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de un país determinado. Sin embargo, sería lamentable que se malinterpretara el sentido de este trabajo y se entendiera que invertir en investigación, desarrollo e innovación supone reducir las inversiones en educación.

Aunque el tema de la educación es mucho más amplio y complejo de lo que puede tratarse en este libro, se pueden realizar algunas observaciones al respecto. Pocas personas ponen en duda la necesidad de invertir más y mejor en educación. Estas mismas personas tampoco discuten que sea bueno promover la investigación; pero, en países con pocos recursos como el Perú, los gobiernos colocan en el mismo fondo presupuestal la educación y la ciencia y la tecnología, por lo que las urgencias del corto plazo hacen imposible disponer de recursos en favor de la investigación.

Por poner un ejemplo, citemos el caso del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). Este, a fines de la década de 1980, pasó del Ministerio de Educación al Ministerio de la Presidencia y, por unos cortos tres años, dispuso de recursos como nunca antes los había tenido. Luego, con el gobierno de Alberto Fujimori, regresó al Ministerio de Educación. En el año 2005, por unos pocos meses, el CONCYTEC volvió a ser parte del Ministerio de la Presidencia; pero, por un cambio en el gabinete de ministros y, por tanto, de política, el CONCYTEC, sin pena ni gloria, ha sido devuelto al pliego del Ministerio de Educación. Estos vaivenes dan idea del pobre interés de los gobiernos por la ciencia y la tecnología.

3. La investigación, el desarrollo y la innovación

3.1. Investigación, desarrollo e innovación (I+D+I).

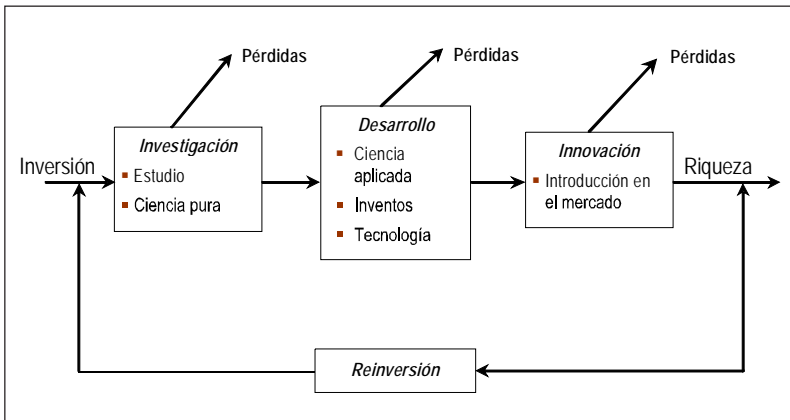
Términos y definiciones

Tradicionalmente, se ha considerado a la investigación y al desarrollo como conceptos estrechamente ligados entre sí. En los últimos años, se ha incluido, además, el término ‘innovación’ como concepto que debe asociarse íntimamente a la investigación y el desarrollo con la finalidad de unir el proceso de creación de conocimiento con el de generación de riqueza. Por este motivo, presentaré los tres conceptos ligados entre sí: la investigación, actividad dedicada a la búsqueda de la verdad, a entender el origen de las cosas, está relacionada, principalmente, con la ciencia; el desarrollo, encargado de darle aplicación útil al conocimiento en beneficio de la humanidad, está relacionado, a su vez, con la tecnología; y, finalmente, la innovación se manifiesta cuando la investigación y el desarrollo se convierten en productos y servicios que generan beneficios económicos.

En este ensayo, explicaré cómo el circuito del crecimiento y progreso de los países se produce de la siguiente manera: la investigación pura y la aplicada generan conocimiento acerca del mundo. Se descubren leyes, relaciones, causas y efectos. Luego, con ese conocimiento, se desarrollan máquinas, herramientas, procedimientos y sistemas en los que el conocimiento es destinado a resolver problemas y a dar satisfacciones a los individuos y a la sociedad. A continuación, algunas de las nuevas aplicaciones desarrolladas son aceptadas y utilizadas por las personas, quienes adquieren o se apropian de las novedades creadas. Cuando esto finalmente sucede, nos encontramos con las innovaciones. Un invento, por más bueno y útil que sea, no puede ser considerado una innovación si no logra ingresar a un mercado y ser utilizado.

El circuito del progreso se cierra cuando la sociedad separa una parte de los beneficios económicos generados gracias a las innovaciones y los destina a financiar nuevas investigaciones, nuevos estudios, algunos de los cuales generarán nuevos desarrollos. Estos, a su vez, generarán algunas innovaciones. A continuación, el ciclo se repite, tal como se muestra en el siguiente diagrama:

Gráfico 15
I+D+I como fuente de riqueza



En el diagrama de bloques anterior, cuando se habla de riqueza y de reinversión, se va mucho más allá de los términos económicos. El mejor conocimiento de las cosas ya de por sí tiene valor y es un factor de riqueza. Un libro, un artículo o una forma de hacer las cosas de manera más fácil y cómoda poseen un valor que no solo puede ser medido en términos económicos. Una obra de arte, una composición musical o una película también forman parte de este circuito.

Asimismo, debe ser claro que, aunque el diagrama puede dar a entender que la ciencia alimenta a la tecnología, este proceso no es unidireccional ni es necesariamente secuencial. Una vez que hay retroalimentación en el sistema, la ciencia retroalimenta a la tecnología y la tecnología retroalimenta a la ciencia. Se producen relaciones similares entre las innovaciones y sus vínculos con la ciencia y la tecnología.

Un país en el que este circuito no está retroalimentándose y, por tanto, no genera riqueza es un país sin futuro. En algunos casos, se invierte solo en investigación o solo en investigación y desarrollo. Sin embargo, dado que el proceso no es claro y no se incentiva la innovación, el sistema está condenado a generar pérdidas o a ser un río cuyas aguas van a dar al mar sin que estas sean aprovechadas por

los agricultores. En otros casos, se considera que todos los esfuerzos deben estar orientados a la innovación. Se considera que la investigación o los productos de la ciencia básica pueden ser adquiridos o conseguidos de otros países. Esto constituye un craso error. La innovación conseguida tendrá un tiempo de vida determinado. Luego de un tiempo, habrá que adquirir más innovaciones y recurrir otra vez a la ciencia del exterior. Quienes piensan de esa manera no se dan cuenta de que el país se vuelve un dependiente crónico de lo que se descubre en otros países, con el consiguiente gasto permanente en adquisición de conocimiento. Además, como ningún país es igual a otro, los temas de interés acerca de los cuales investigar y a partir de los cuales generar conocimiento y riqueza son distintos.

Otro tema que se debe considerar es el de la reinversión. Aquellos países que pasan por el proceso de investigación, desarrollo e innovación, pero que luego no reinvierten parte de la riqueza generada en la búsqueda de un nuevo conocimiento, están condenados a la pobreza y a depender de otros países u organizaciones en mejor posición.

Un caso ejemplar de esto lo tenemos en la variedad del algodón tangüis, resultado de muchos experimentos y del arduo trabajo de Fermín Tangüis. Esta variedad contribuyó a generar inmensas riquezas para los agricultores peruanos durante la primera mitad del siglo xx. Lamentablemente, la reinversión en la mencionada variedad fue mínima. Las consecuencias de esta desidia son penosas: una variedad de algodón que, en sus mejores momentos, rendía setenta quintales por hectárea, hoy da entre treinta y sesenta quintales. Ello explica por qué ahora los agricultores peruanos prefieren buscar semillas de variedades de otros países.

Para entender adecuadamente los términos y definiciones, es útil revisar la información presentada en el Programa de Innovación Tecnológica de Chile (1996-2000), liderado por el Ministerio de Economía de dicho país. Este ofrece definiciones útiles y precisas sobre investigación, desarrollo e innovación:

Investigación y Desarrollo (I+D)

De acuerdo a la definición del Manual de Frascati (1992), la I+D experimental comprende «el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática

para incrementar el volumen de conocimientos humanos» y «el uso de esos nuevos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones». Este manual define tres tipos de I+D:

La investigación básica, que consiste «en trabajos experimentales o teóricos» orientados a nuevos conocimientos sin pensar en darles ninguna aplicación determinada.

La investigación aplicada, que consiste «en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos» que están dirigidos fundamentalmente «hacia objetivos prácticos específicos».

El desarrollo experimental, que consiste en «trabajos sistemáticos basados en conocimientos existentes» dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos, procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes. El concepto de I+D excluye las actividades de formación y educación, servicios de información científica, recolección de información de interés público, ensayos y normalización, estudios de viabilidad, actividades rutinarias de mejora del software. Una definición más precisa de las actividades de investigación aplicada y el desarrollo experimental es la siguiente (OMC 1994):

La «investigación aplicada» es similar a los conceptos de «investigación precompetitiva», «industrial» (en su sentido anglosajón) y/o «productiva». Esta consiste en la indagación planificada o la investigación crítica encaminadas a descubrir nuevos conocimientos con el fin de que estos puedan ser útiles para desarrollar nuevos productos, procesos o servicios, o introducir mejoras significativas en productos, procesos o servicios ya existentes.

El «desarrollo experimental» es similar al concepto de actividades precompetitivas de desarrollo. Por estas se entiende la traslación de descubrimientos realizados mediante la investigación industrial o productiva a planes, proyectos o diseños de productos, procesos o servicios nuevos, modificados o mejorados, tanto si están destinados a la venta como al uso, con inclusión de la creación de un primer prototipo que no pueda ser destinado a un uso comercial. También puede incluir la formulación y el diseño conceptual de productos, procesos o servicios alternativos y proyectos de demostración inicial o proyectos piloto, siempre que estos proyectos no puedan ser adaptados o utilizados para usos industriales o la explotación comercial. No incluye alteraciones rutinarias o periódicas de productos, líneas de producción, procesos de fabricación o servicios ya existentes ni otras operaciones en curso, aunque dichas alteraciones puedan constituir mejoras.

El Manual de Oslo define la innovación tecnológica como un concepto que abarca la introducción a los procesos productivos y a los circuitos comerciales de:

- «Nuevos productos y nuevos procesos, así como cambios tecnológicos significativos de producto y proceso. Una innovación ha sido implementada cuando ha sido introducida en el mercado (innovación de producto) o utilizada en un proceso de producción (innovación de proceso). En consecuencia, las innovaciones envuelven una serie de actividades científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales».

El Manual distingue, asimismo, seis tipos de actividades que pueden generar innovaciones:

- Investigación y desarrollo experimental.
- Puesta en marcha de un proceso productivo.
- «Marketing» de un nuevo producto.
- Adquisición de tecnología «no incorporada», vía adquisición de invenciones patentadas o no patentadas, licencias, captación de «know-how», marcas, diseños y servicios que contienen tecnología.
- Adquisición de tecnología «incorporada» mediante la compra de maquinaria y equipos novedosos.
- Innovaciones de diseño.

Pero la innovación no se reduce a su dimensión tecnológica (producto, proceso, organización). También existen innovaciones institucionales (p. e. nuevas actividades del sector público, nuevas normas y regulaciones) e innovaciones sociales (p. e. difusión de redes de información, nueva cultura de cooperación entre empresarios así como entre empresarios y trabajadores). (Herrera 2003 [2000])

Es conveniente insistir en que el concepto de ‘innovación’ difiere de aquel de ‘invención’. La innovación se da cuando un desarrollo o una aplicación encuentra un mercado que la acepta. Un brillante inventor que desarrolla máquinas o equipos que nadie usa, o que son tan costosos que las personas no los compran, no genera una innovación.

3.2. Acerca de la importancia de la investigación, desarrollo e innovación

En los gráficos anteriores, se ha mostrado cómo hay países que progresan y países que no lo consiguen. Ahora, se tratará de dar datos,

valores y deducciones que muestren que hay una relación causa-efecto entre el desarrollo de ciencia y tecnología, y el crecimiento económico de un país.

Como se ha mencionado en la introducción, uno de los motivos que origina el presente trabajo es mi asombro ante la indiferencia que existe en países como el Perú con respecto a la urgencia (ya no la mera necesidad) de invertir en investigación, desarrollo e innovación. Ante ello, es conveniente detenerse y preguntarse si esta indiferencia acaso no está justificada. ¿Será correcto el esquema presentado en el gráfico 15? Ya que el Perú posee abundantes minerales, abundantes peces y una biota con una diversidad impresionante, ¿para qué preocuparse por generar conocimiento? ¿No es mejor aprovechar por ahora nuestras riquezas naturales dado que el crecimiento económico será una consecuencia posterior?

Algunos casos simples bastarán para ponernos en guardia contra estas aseveraciones simplistas. Pensemos en el Perú del siglo xix y en la riqueza guanera. ¿Qué fue de ella cuando se desarrollaron fertilizantes artificiales? Recordemos al Perú de inicios del siglo xx y recordemos a los barones de la caña y del azúcar. ¿Qué fue de nuestra caña y de nuestro azúcar?, ¿qué fue de los dineros que se generaron por esas épocas? Demos un vistazo rápido a Venezuela, país rico en petróleo. ¿Qué fue de los dineros que generó ese petróleo durante casi todo el siglo xx? Pensemos en Argentina, país de inmensas llanuras, excelente trigo y envidiable ganado vacuno. Argentina invirtió en investigación mucho más que los demás países latinoamericanos. Los resultados saltan a la vista y varios especialistas los reconocen. Lamentablemente, en Argentina, no se trabajó para cerrar el círculo de investigación, desarrollo e innovación presentado en el gráfico 15. La innovación no fue tema de interés de su clase dirigente. Por su parte, la investigación, si bien se halla en un estado bastante superior al del Perú, no ha contribuido al crecimiento económico de la Argentina. Hoy en día, el caso de este país, por su mal manejo del conocimiento, es tomado como tema de estudio e incluso se habla de la «enfermedad argentina» o del «síndrome argentino» (Ernst & Young 2005 [1999]).

3.2.1. *El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*

En el año 2001, gracias al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se publicó el *Informe sobre el desarrollo humano 2001* con el siguiente lema: «Poner el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano». En este documento, se hacía un llamado general para tomar en cuenta el papel del desarrollo tecnológico en la mejora de la calidad de vida de las personas. Es conveniente revisar algunas partes del documento. Veamos, para empezar, el correspondiente prefacio, en el que se encuentran las siguientes afirmaciones:

El desarrollo y la tecnología suelen tener una relación inestable: en los círculos del desarrollo se sospecha con frecuencia que los impulsores de la tecnología promueven arreglos costosos e inapropiados sin tomar en cuenta la realidad del desarrollo. En verdad, la creencia en que una pócima tecnológica pueda «resolver» el analfabetismo, la mala salud o el fracaso económico, refleja escaso entendimiento de la realidad de la pobreza. (Mulloch 2001: III-IV)

Lamentablemente, esta afirmación concuerda con muchas de las suspicacias de quienes toman las decisiones importantes en un país pobre. Muchos promotores del uso o desarrollo de nuevas tecnologías tratan de imponerlas o implantarlas sin una previa preparación de las personas a las cuales aparentemente beneficiarán. También se compra maquinaria o equipamiento de última generación muy costoso, pero que luego no puede ni utilizarse ni mantenerse adecuadamente. Los hospitales de países pobres abundan en dolorosos ejemplos de ello.

El prefacio del *Informe sobre el desarrollo humano 2001* continúa; luego, encontramos lo siguiente:

Pero si la comunidad del desarrollo desconoce la explosión de innovaciones tecnológicas en alimentos, medicamentos e información, corre el riesgo de marginarse y de negar a los países en desarrollo oportunidades que, si se controlan de manera efectiva, pueden transformar la vida de los pobres y ofrecer oportunidades novedosas de desarrollo a los países pobres [...].

Muchos países están quedando rezagados. Y con recursos limitados los gobiernos tienen que ser cada vez más selectivos y estar orientados

por una estrategia si han de tener esperanza alguna de superar el retraso tecnológico y de participar plenamente en el mundo moderno. Lo que es peor, no hay una solución única [...].

El progreso tecnológico no tiene la simpleza de las donaciones de ropa usada que se pueden transferir en forma apropiada y a un costo apropiado a los usuarios de los países en desarrollo [...].

Más bien debe ser también un proceso de creación de conocimientos y formación de la capacidad de los países en desarrollo. Las necesidades, las prioridades y las limitaciones varían inevitablemente en gran medida de una región a otra y de un país a otro, lo cual demuestra la importancia de que cada país formule su propia estrategia. (Mulloch 2001: III-IV)

Luego, en el mismo *Informe sobre el desarrollo humano 2001* se resume el panorama general del problema a escala mundial. Entre los puntos que se tratan, se destaca la importancia de la tecnología:

- a) La brecha tecnológica no necesariamente ha de coincidir con la brecha en materia de ingresos. A lo largo de la historia, la tecnología ha sido un poderoso instrumento de desarrollo humano y reducción de la pobreza.
- b) El mercado es un poderoso impulsor del progreso tecnológico; pero no es suficientemente poderoso para crear y difundir las tecnologías necesarias a fin de erradicar la pobreza.
- c) Los países en desarrollo pueden obtener beneficios muy grandes de las nuevas tecnologías, pero también enfrentan problemas suficientemente grandes para hacer frente a los riesgos.
- d) La revolución tecnológica y la mundialización están creando la era de las redes; y esto está cambiando la manera en que se crea y se difunde la tecnología.

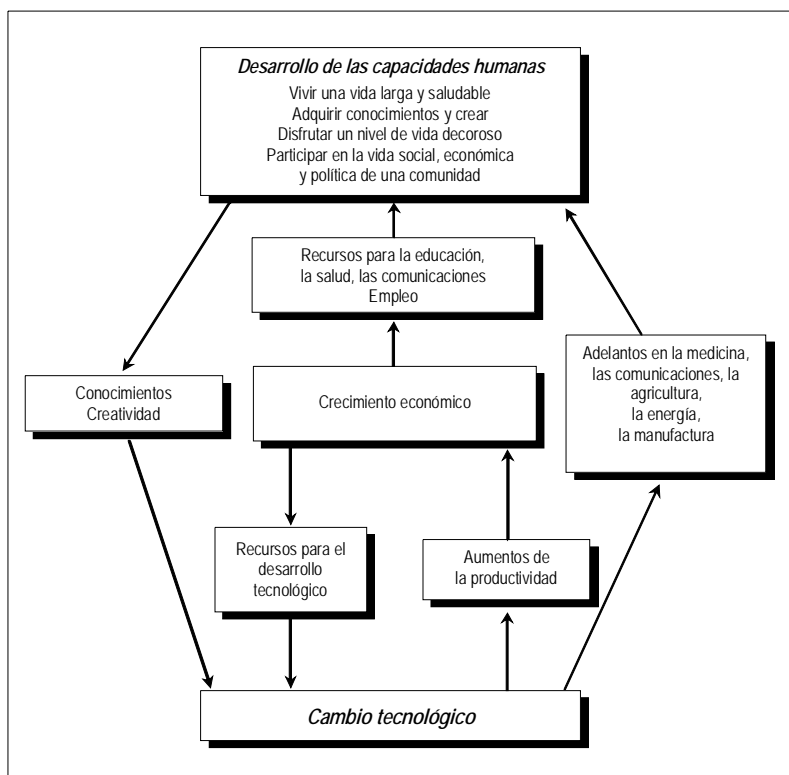
Incluso en la era de las redes, siguen siendo importantes las políticas nacionales, incluso los más pobres, necesitan aplicar políticas que alienten la innovación, el acceso y el desarrollo de aptitudes avanzadas.

- e) Las políticas nacionales no bastarán para compensar las fallas de los mercados mundiales. Se necesitan nuevas iniciativas internacionales y una aplicación equitativa de las normas mundiales, a fin de encauzar a las nuevas tecnologías hacia las necesidades más urgentes de los pobres del mundo. (PNUD 2001: 1-9)

Al final de la introducción, se reclama: «Políticas —no actos caritativos— para fomentar la capacidad tecnológica de los países en desarrollo» (PNUD 2001: 9).

En el segundo capítulo del *Informe sobre el desarrollo humano 2001* se muestra un esquema de los vínculos que existen entre el desarrollo humano y la tecnología, asunto del que se trató al comienzo de este ensayo y que se presenta en el siguiente gráfico:

Gráfico 16
Vínculos entre la tecnología y el desarrollo humano



Fuente: PNUD 2001: 30.

La correspondiente explicación del esquema mostrado en el gráfico 16 se da de la siguiente manera:

Las innovaciones tecnológicas afectan doblemente el desarrollo humano. En primer término, elevan de modo directo la capacidad humana. Muchos productos, entre ellos variedades de plantas resistentes a las sequías para los agricultores que viven en climas inestables, vacunas para enfermedades contagiosas, fuentes de energía no contaminante para la cocción, acceso a la Internet para la información y las comunicaciones, mejoran directamente la salud, la nutrición, los conocimientos y los niveles de vida de las personas y aumentan sus posibilidades de participar más activamente en la vida social, económica y política de la comunidad.

En segundo lugar, las innovaciones tecnológicas constituyen un medio para lograr el desarrollo humano debido a sus repercusiones en el crecimiento económico gracias al aumento de productividad que generan. Elevan los rendimientos agrícolas de los campesinos, la producción de los obreros y la eficiencia de los suministradores de servicios y de las pequeñas empresas. Crean asimismo nuevas actividades e industrias, como el sector de la tecnología de la información y las comunicaciones, que contribuyen al crecimiento económico y a la creación de empleos.

El desarrollo humano es igualmente un medio importante para alcanzar el desarrollo tecnológico. Las innovaciones tecnológicas son una expresión de la potencialidad humana. Mientras más elevados sean los niveles de educación, más notable será la contribución a la creación y difusión de la tecnología. Más científicos podrán dedicarse a la investigación y el desarrollo, y más agricultores y obreros de mayor nivel de educación podrán aprender, dominar y aplicar las nuevas técnicas con mayor facilidad y eficacia. Además, la libertad social y política, la participación y el acceso a los recursos materiales crean condiciones que alientan la creatividad popular.

Por consiguiente, el desarrollo humano y los avances tecnológicos se refuerzan mutuamente, con lo que se crea un círculo virtuoso. Las innovaciones tecnológicas en los sectores de la agricultura, la medicina, la energía, la industria manufacturera y las comunicaciones fueron factores importantes, aunque no los únicos, que impulsaron los logros alcanzados en el desarrollo humano y la erradicación de la pobreza que se documentan en el capítulo 1.

Esas innovaciones derribaron obstáculos que se oponían al progreso, como los bajos ingresos y las limitaciones institucionales, y permitieron alcanzar beneficios con mayor celeridad. (PNUD 2001: 30)

Es reconfortante que el PNUD tome como tema central el adelanto tecnológico al servicio de la humanidad, pero también hay que tener cuidado y no quedarse solo con la palabra ‘tecnología’. Ha de recordarse que la ciencia y la tecnología están inseparablemente ligadas y, por ello, insisto en que no basta con generar la aplicación o el invento. También es necesario llegar a la innovación y, luego, es necesario reinvertir.

3.2.2. ¿Algo nuevo bajo el sol? Punta del Este, abril de 1967

El Informe sobre el desarrollo humano 2001, del PNUD, es reciente; pero el reconocimiento de la importancia de la investigación viene de mucho antes, y el lector debe conocer varios ejemplos. En 1967, el profesor brasileño José Leite Lopes escribía:

Es cierto que, solo recientemente, los estadistas y los hombres de negocios de los países desarrollados han tomado conciencia por completo del papel de la ciencia y la tecnología como fuerzas fundamentales de la expansión económica de sus países. Las dos últimas guerras mundiales, y sobre todo la segunda, suministraron ilustraciones históricas que se encargaron de probar, definitivamente, a los dirigentes de dichos países que los inventos técnicos y los descubrimientos científicos, incluso en las especialidades más abstractas, resultan esenciales para la construcción de una economía fuerte y de un poderío militar proporcionado. (1970: 44)

Vale la pena recordar también un trabajo presentado por los argentinos Jorge Sábato y Natalio Botana, sobre el cual volveremos posteriormente. El trabajo titulado «La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina» fue presentado en Bellagio (Italia), en 1968, en The World Order Models Conference. A continuación, se revisa parte de lo que se decía en esa época:

1. La superación del subdesarrollo de América Latina resultará de la acción simultánea de diferentes políticas y estrategias. En todo caso, y cualesquiera que sean los caminos elegidos, el acceso a una sociedad moderna —que es uno de los objetivos que se pretenden alcanzar por el desarrollo— supone una acción decisiva en el campo de la investigación científico tecnológica. Lentamente América Latina comienza a adquirir

conciencia de esta necesidad y de esta carencia; lentamente y casi a regañadientes: todavía muchos funcionarios creen que la investigación es un lujo para los países desarrollados y muchos empresarios circunscriben su función a adquirir y pagar *royalties*. Todos aquellos que adoptan esta actitud pasiva olvidan que la nación que descarte esta tarea corre el peligro de quedar marginada de la historia, ignorando el lenguaje de los países científicamente y técnicamente más avanzados y ostentando los viejos atributos de la soberanía como meros símbolos formales, vigentes, quizá, en un pasado que definitivamente terminó.

2. La investigación científico tecnológica es una poderosa herramienta de transformación de una sociedad. La ciencia y la técnica son dinámicas integrantes de la trama misma del desarrollo; son efecto pero también causa; lo impulsan pero también se realimentan de él. (1970: 59)

Estos conceptos recibieron un reconocimiento explícito en la Conferencia de Punta del Este, en abril de 1967, en la que jefes de Estado de las repúblicas de América consagraron, casi en su totalidad, el quinto capítulo de su declaración a los problemas del desarrollo científico y tecnológico. Afirmaron, textualmente, lo siguiente:

El adelanto de los conocimientos científicos y tecnológicos está transformando la estructura económica y social de muchas naciones. La ciencia y la tecnología ofrecen infinitas posibilidades como medios al servicio del bienestar al que aspiran los pueblos. Pero en los países latinoamericanos este acervo del mundo moderno y su potencialidad distan mucho de alcanzar el desarrollo y el nivel requeridos [...]. La ciencia y la tecnología son instrumento de progreso para la América Latina y necesitan un impulso sin precedentes en esta hora. (Sábato y Botana 1970: 59)

Han pasado casi cuarenta años desde los acuerdos de Punta del Este; sin embargo, estos podrían ser suscritos otra vez por la mayoría de los países latinoamericanos como si se tratara de una total novedad.

Capítulo 3

¿REALMENTE ES RENTABLE INVERTIR EN INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN?

EN ESTE CAPÍTULO se muestra, a través de distintos casos, por qué es altamente rentable invertir en investigación, desarrollo e innovación.

Hasta el momento, lo que se ha presentado son palabras, aseveraciones y afirmaciones que, normalmente, son compartidas por toda persona instruida. En cualquier campaña electoral, es frecuente escuchar a los candidatos de turno acerca de cómo, gracias a la tecnología, a la educación, al fomento de la creatividad y de la innovación, su agrupación política resolverá los problemas que enfrentan sus electores. Sin embargo, una vez elegido el vencedor, este cumple y, al mismo tiempo, no cumple sus promesas. ¿Cómo es posible que pueda cumplir y no cumplir sus promesas? La respuesta es simple. Al no trabajarse con indicadores, con cifras de referencia, todo se vuelve subjetivo y cualquier mínimo esfuerzo puede presentarse al público como un logro significativo. Un ejemplo de esta discordancia entre palabras y hechos se produjo en el Perú entre 1990 y 2001. El lema de campaña de Alberto Fujimori fue «Honradez, tecnología y trabajo». En la práctica, el propio presidente se fugó del país ante los escándalos causados por la corrupción durante su régimen. En lo que respecta a tecnología, durante su gobierno, se redujeron las inversiones en los institutos de investigación y se recortaron los fondos del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC);¹ en cuanto a trabajo, se produjo la tasa más alta de despidos de la historia

¹ Durante la década del gobierno de Fujimori, el máximo organismo de ciencia y tecnología del país tuvo presupuestos anuales que nunca superaron los US\$ 3.000 millones.

nacional. No bastan las vagas promesas y los lemas. Se necesitan números: ofertas con cifras claras. Ricardo Lagos, el ex presidente de Chile, prometió que la inversión en investigación y desarrollo en su país pasaría del 0,6% del PBI actual al 1,2%. En la página web del gobierno de Chile, puede encontrarse la siguiente aseveración:

Incrementaremos la competitividad exportadora de la economía chilena con más inversión en conocimiento, innovación y producción limpia. Desarrollaremos los fondos de innovación tecnológica hasta duplicar el gasto en investigación y desarrollo: la meta es alcanzar el 2006 una inversión que supere el 1,2% del PIB, duplicando la participación privada. El Estado apoyará los proyectos empresariales innovadores, especialmente en biotecnología, servicios de información y software, así como en otras tecnologías en las áreas de la salud y la educación. (Gobierno de Chile 2004)

Así, pues, es conveniente pasar de las palabras a los números. Por ello, se presentan, a continuación, estudios y datos concretos que permiten observar si vale la pena o no invertir en investigación, desarrollo e innovación.

1. Los estudios de M. J. Nadiri

Los estudios correspondientes a la tasa de retorno de las inversiones en investigación y desarrollo tienen ya más de treinta años. Uno de los más recientes es el informe *Science and Engineering Indicators 2000*. Este documento confirma la opinión de los principales investigadores del área, quienes consideran que la inversión en investigación y desarrollo posee un efecto positivo en el crecimiento económico y en la mejora general de la calidad de vida.

En una investigación realizada por M. J. Nadiri, en el año 1993, se examinaron 63 estudios publicados por economistas de alto reconocimiento. Aunque la mayoría de los datos provenía de fuentes norteamericanas, también se recogieron datos de Japón, Francia, Canadá y Alemania. La conclusión final fue la siguiente: «En promedio las actividades de investigación y desarrollo rinden entre un 20% y un

30% de tasa anual de retorno en lo que se refiere a inversiones privadas y en el sector industrial».

En el mismo estudio se publicaba la siguiente tabla, en la que se muestra la tasa anual de retorno correspondiente a las inversiones en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I):

Tabla 1	AUTOR(ES) Y AÑO DE ESTUDIO	TASA ANUAL (%)
	Estudios sobre las empresas	
	Link (1983)	3
	Bernstein-Nadiri (1989)	7
	Schankerman-Nadiri (1986)	13
	Lichtenberg-Siegel (1991)	13
	Bernstein-Nadiri (1989)	15
	Clark-Griliches (1984)	9
	Griliches-Mairesse (1983)	19
	Jaffe (1986)	25
	Griliches (1980)	27
	Mansfield (1980)	28
	Griliches-Mairesse (1984)	30
	Griliches-Mairesse (1986)	33
	Griliches (1986)	36
	Schankerman (1981)	49
	Minasian (1969)	54
	Estudios sobre las industrias	
	Terleckyj (1980)	0
	Griliches-Lichtenberg (1984)	4
	Patel-Soete (1988)	6
	Mohnen-Nadiri-Prucha (1986)	11
	Terleckyj (1974)	15
	Wolff-Nadiri (1987)	15
	Sveikauskas (1981)	16
	Bernstein-Nadiri (1988)	19
	Link (1978)	19
	Griliches (1980)	21
	Bernstein-Nadiri (1991)	22
	Scherer (1982, 1984)	36

Fuente: Nadiri 1993.

En los mencionados estudios, se observa también que, además del retorno directo para la empresa, se produce un beneficio para la sociedad. Por eso, se habla también de una tasa de retorno social. En otras palabras, el efecto final por la inversión en investigación y desarrollo beneficia a un país en mayor medida de lo que muestra el retorno económico a favor de la empresa que haya invertido en investigación y desarrollo.

Tabla 2		PRIVADA	SOCIAL
	Nadiri (1993)	20 a 30	50
	Mansfield (1977)	25	56
	Terleckyj (1974)	29	48 a 78
	Sveikauskas (1981)	7 a 25	50
	Goto-Suzuki (1989)	26	80
	Bernstein-Nadiri (1988)	10 a 27	11 a 111
	Scherer (1982-1984)	29 a 43	64 a 147
	Bernstein-Nadiri (1991)	15 a 28	20 a 110

Fuente: Council of Economic Advisers 1995.

2. Rentabilidad en el sector agrícola

Si a escala industrial la tasa de retorno anual resultante de invertir en investigación y desarrollo es alta en comparación con la inversión en una institución financiera, en el caso de la agricultura, la situación es aún mejor.

Paul W. Heisey, en *Issues in Food Security. Agricultural Research and Development. Agricultural Productivity, and Food Security* (2001), hace notar cómo, entre 1960 y el 2000, la población de los países en vías de desarrollo aumentó en un 25%, mientras que la producción de cereales se triplicó. La explicación se encuentra en las semillas y en los fertilizantes mejorados gracias a la inversión en investigación y desarrollo. En el mismo artículo, se muestra la tasa anual de retorno resultante de invertir en I+D sobre la base de cerca de cuatrocientos casos estudiados en Latinoamérica, África y países miembros de la Organización Económica de Cooperación para el Desarrollo (OECD).

Tabla 3		CASOS ESTUDIADOS	TASA DE RETORNO (%)
	Asia	120	55
	Latinoamérica	80	40
	África	44	35
	OECD	146	45

Fuente: Evenson 2001, citado en Heisey 2001.

Cuando uno observa esas cifras, no puede menos que preguntarse lo siguiente: si es tan rentable invertir en investigación y desarrollo, ¿por qué no lo hacemos?

3. Otras inversiones relacionadas con la tecnología: el capital de riesgo

A las empresas financieras tradicionales en países poco desarrollados, les es muy difícil apoyar proyectos de alta tecnología. Sus funcionarios o los responsables de asignar créditos o préstamos se ven en problemas cuando gente a la que le brillan los ojos por su apasionamiento por las cosas que hacen trata de hacerles entender las ventajas y el potencial económico de un invento realizado por ellos. En estos casos, el funcionario, a falta de herramientas de análisis, con toda seguridad, preferirá rechazar el pedido de financiamiento de una idea novedosa por más buena que esta pudiera ser.

Por otra parte, los proyectos en alta tecnología requieren de una reducida cantidad de recursos al inicio y pueden generar una muy alta rentabilidad, pero también poseen grandes posibilidades de fracasar. A pesar de ello, todo indica que la inversión en investigación y desarrollo resulta muy rentable. Según Brian Kinard y John Balbach (2001: 14-15), de la compañía financiera Blueprint Ventures, y de acuerdo con la Asociación Nacional de Capital de Riesgo de Norteamérica, la tasa promedio de retorno del capital de riesgo, luego del primer año, es negativa en un 6,7%; pero, en un período de diez años, la tasa promedio de retorno anual es de 28,7%, tasa que casi duplica el 16,3% que da el índice Dow Jones en la bolsa. En pocas palabras, invertir en tecnología y en resultados de I+D+I produce

un rendimiento superior a invertir en un banco o en acciones en la bolsa.

Por ello, en los países en los que se han dado cuenta de las ventajas de dar una oportunidad a las personas o a los equipos que trabajan en I+D+I, han surgido formas de financiamiento denominadas de ‘capital de riesgo’. El crecimiento de los fondos destinados a capital de riesgo ha sido muy intenso, como se muestra en la tabla 4. En ella, se indica cuántos millones de dólares americanos se destinaron a fondos de capital de riesgo en 1995 y en el 2000, respectivamente.

Tabla 4 (en millones de US\$)	PAÍSES	AÑOS	
		1995	2000
	Estados Unidos	4,566	103,170
	Reino Unido	19	2,937
	Japón	21	1,665
	Alemania	13	1,211
	Francia	8	1,124
	Hong Kong	245	769
	Singapur	5	651
	Suecia	0	560
	Israel	8	474
	India	3	342
	Finlandia	0	217
	China	0	84
	Corea del Sur	1	65
	Filipinas	2	9
	Sudáfrica	0	3

Fuente: PNUD 2001: 40.

Es conveniente hacer notar que los problemas por la caída de las bolsas en muchas partes del mundo y su repercusión en las compañías de alta tecnología provocan perturbaciones en los fondos de capital de riesgo. Sin embargo, debe observarse que el problema se originó en la especulación y en la excesiva expectativa por obtener grandes

retornos económicos en corto tiempo. El exceso de confianza en el desarrollo tecnológico también contribuyó a alimentar expectativas desmesuradas.

4. Más y más datos sobre la rentabilidad de invertir en I+D+I

Hay una gran cantidad de información estadística que apoya la conveniencia de invertir en investigación, desarrollo e innovación. A continuación, presentaré parte de ella teniendo como referencia principal un trabajo que expuse en un encuentro titulado «La universidad que el Perú necesita», actividad que fue organizada por la institución Foro Educativo el año 1999. Mostremos los casos:

- a) En el *Informe mundial sobre la ciencia*, de la Organización de las Naciones Unidas para Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), se encuentran las siguientes afirmaciones:

Economistas, funcionarios de los gobiernos, ejecutivos de compañías y administradores de la investigación han examinado la tasa de retorno de las inversiones en I+D. Las medidas macroeconómicas de la tasa de retorno varían ampliamente, desde cero hasta casi un 150%. Generalmente, la tasa social de retorno resulta ser mayor que la tasa privada de retorno y esto es una justificación importante del apoyo gubernamental a la investigación. (UNESCO 1998a: 44)

- b) En el informe *Cerrando la brecha*, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), presentado por Román Mayorga, encontramos lo siguiente:

Como ejemplo del impacto del cambio tecnológico sobre el crecimiento económico vale la pena mencionar los estudios que se han realizado en los Estados Unidos con los trabajos de Abramovitz, M. (1956) y Solow, R. (1957), que atribuían la mayor parte del crecimiento observado en ese país, durante la primera mitad del siglo, a un «residuo» no explicado por los factores de producción, que ellos identificaron con el progreso técnico [...].

Según el profesor E. Mansfield y sus estudiantes de la Universidad de Pennsylvania, las tasas de rentabilidad privada del I+D en los casos estudiados son frecuentemente del orden de 25% y las de rentabilidad social (que incluyen beneficios no apropiables por quien realiza la I+D) a menudo exceden del 50%. En una revisión de trabajos realizados en un lapso de 30 años, concluye que el nivel de I+D está estrechamente relacionado con la tasa de crecimiento de la productividad, que la tasa de rendimiento de I+D es alta y que «es notable que tantos estudios independientes, basados en tantos tipos de datos, resulten en un conjunto tan coherente de conclusiones» (Mansfield 1986). (Mayorga 1997)

- c) En el mismo informe, se encuentra lo siguiente: «Los pocos esfuerzos de evaluación formal que han realizado los propios países indican buenos resultados. Un informe (Teubal 1994) de las actividades de C&T financiadas en Chile concluye que “los programas están bien diseñados y parecen operar armoniosamente y con relativa efectividad”».

El informe atribuye al Fondo de Desarrollo Tecnológico (FONTEC) «un apoyo eficaz a un proceso significativo de “aprender a innovar”» y agrega que:

Otra evaluación independiente (INVERTEC IGT 1995) concluye que «en la gran mayoría de los casos de empresas pequeñas, que constituyen dos tercios del universo, los proyectos efectivamente no se hubieran realizado sin FONTEC» y que «el financiamiento FONTEC está generando del orden de cinco a seis pesos de IVA (impuesto sobre el valor agregado) por cada peso asignado, y eso sin tomar en cuenta otro tipo de beneficios en términos de empleo, impactos indirectos y, por supuesto, afianzamiento de empresas de carácter innovador». (Mayorga 1997)

Joseph Bordogna (1997), Deputy Director de la National Science Foundation y promotor de la innovación y el desarrollo, muestra los siguientes datos obtenidos de un estudio de los economistas Don E. Kash y Robert W. Rycroft:

Las principales treinta exportaciones: 1970 frente a 1994

Tabla 5: Tecnologías complejas y mercado global		1970	1994
	Proceso simple y producto simple	58%	8%
	Proceso complejo y producto complejo	31%	59%

Se entiende que, en 1994, el 59% de las treinta exportaciones más rentables correspondía a productos complejos elaborados con un proceso de producción complejo; únicamente, el 8% correspondía a productos simples, resultado de un proceso de producción simple. En 1970, la relación era inversa: el 58% de las exportaciones más rentables en el mundo correspondía a procesos simples y procesos de producción simple, y solo el 31% correspondía a productos complejos que requerían de procesos de producción complejos.

La conclusión es clara según Kash y Rycroft: «La riqueza de la economía del futuro irá hacia aquellos que tengan éxito en innovar en tecnologías complejas» (Bordogna 1997).

Al respecto, en el *Informe sobre el Desarrollo Humano 2001*, se refuerza la anterior afirmación con los siguientes datos:

La producción fabril basada en la alta tecnología es la esfera del comercio mundial que ha experimentado el crecimiento más vertiginoso y en la actualidad representa una quinta parte del total. En un estudio de 68 economías que dan cuenta del 97% de las actividades industriales en el mundo se comprobó que, entre 1985 y 1997, la producción con alta tecnología aumentó a un ritmo que supera en más del doble al de la producción total en todos los países menos uno. (PNUD 2001: 33)

- d) Según los economistas Robert Solow y Michael J. Boskin, al estudiar la relación entre las inversiones en ciencia y tecnología y el crecimiento económico de los Estados Unidos: «Un tercio (y

posiblemente la mitad) del crecimiento económico de los pasados 50 años puede ser atribuido a los avances en la Ciencia y Tecnología» (Solow y Boskin 1995).

- e) En un documento ya desaparecido que se encontraba en la antigua página web del Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica de Chile, Gary McGraw, de Eastman Chemical Company y ex presidente del Industrial Research Institute (IRI), una organización sin fines de lucro que agrupa a las trescientas empresas que, con el fin de promover y compartir estrategias para fomentar la innovación tecnológica, reúne al 80% de los recursos destinados a la investigación y desarrollo en Estados Unidos, afirmaba que: «En general las empresas afiliadas al IRI encuentran que las utilidades o beneficios de la innovación son de alrededor de US\$ 10 por cada US\$ 1 que se invierte». Adicionalmente y en lo que se refiere a su empresa, McGraw comenta: «En los últimos 20 años la compañía [Eastman Chemical Company] ha aumentado su valor tres veces innovando en manufactura» (Bosch 2000: 37).

Como puede verse, las cifras indican que es sumamente rentable, para un país, invertir en investigación y desarrollo en ciencia y tecnología. Según el ensayista en temas de ciencia y tecnología Eugene Garfield: «Pocos pueden discutir la afirmación de que la ciencia y tecnología de un país es un elemento crítico de su fortaleza económica, de su estructura política y de su validez cultural» (Garfield 2006).

- f) En un artículo publicado por Arturo Prins en el diario *La Nación*, de Argentina, el 5 de julio de 2001, leemos lo siguiente:

En la Argentina, todos los gobiernos se propusieron alcanzar ese uno por ciento, frontera entre el desarrollo y el subdesarrollo. Nuestros premios Nobel Luis Leloir y César Milstein se cansaron de pedirlo. Y el economista norteamericano Jeffrey Sachs, en su última visita a Buenos Aires, lo advirtió con claridad: «Ninguna economía puede crecer invirtiendo en investigación y desarrollo el 0,4 por ciento de su PBI».

Efectivamente, el país nunca invirtió mucho más que ese porcentaje, ubicándose en América Latina por debajo de Costa Rica (1,13 por ciento), Cuba (0,83), Brasil (0,76) o Chile (0,63), y muy alejado de países como Alemania (2,4), Estados Unidos (2,7), Japón (3,0) o Suecia (3,7). (Prins 2001)

- g) Según Francisco Sagasti, especialista peruano en temas de ciencia y tecnología:

Gracias a diversos estudios e investigaciones efectuados durante los últimos tres decenios han podido comprenderse mejor los orígenes históricos, las manifestaciones actuales y la futura evolución de las diferencias existentes entre los países desarrollados y los países en desarrollo, demostrándose que el desarrollo de la ciencia moderna y el surgimiento de técnicas basadas en descubrimientos científicos constituyen la raíz de esas desigualdades. (Sagasti y otros 1988: 13-14)

- h) Finalmente, el 18 de octubre de 2000, en la ceremonia de entrega del Doctorado Honoris Causa otorgado por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) a Mario Molina, Premio Nobel en Química 1995, el científico, en su discurso de agradecimiento, dijo lo siguiente: «Invertir en ciencia y tecnología, en nuestros países, no es un lujo; es una necesidad».

Llegado a este punto, el lector puede estar de acuerdo —pero también convendrá en que todos ya sabemos— que es importante invertir en educación y en investigación, desarrollo e innovación. Sin embargo, dado que los resultados no son visibles en el corto plazo, los encargados de tomar decisiones en un país escaso de recursos económicos y sus dirigentes priorizarán lo urgente sobre lo importante. Además, como se carece de conciencia acerca del grado de rentabilidad de la investigación, el desarrollo y la innovación, estos factores no se toman en cuenta para las decisiones de inversión. La idea de este capítulo es simple: mostrar que la rentabilidad, de manera gruesa, es de alrededor de 30% anual, por lo que la inversión en este rubro debería ser una prioridad para las empresas y los gobiernos.

5. ¿Se necesita más?

Luego de revisar los capítulos 2 y 3 de este libro, y luego de analizar los aspectos cualitativos y cuantitativos, ¿le queda al lector alguna duda acerca de la conveniencia, la necesidad, la prioridad y la

importancia de invertir en generar conocimiento?; ¿qué más información puede requerir cualquier responsable de tomar grandes decisiones en una organización, en una empresa o en el gobierno?; ¿lo mostrado no es más que suficiente?

Capítulo 4

¿CUÁNTO INVIERTEN LOS PAÍSES DE LA OECD Y DE IBEROAMÉRICA EN INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN?

EN ESTE CAPÍTULO, se muestra, de manera comparada, cuánto invierten en investigación, desarrollo e innovación los países más desarrollados del mundo y los países de Iberoamérica.

1. Las fuentes de información

Para realizar las comparaciones, recurriré a los indicadores de ciencia y tecnología. La mayoría de los datos corresponde a los que denominamos tradicionalmente como países occidentales (Europa Occidental, Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda). Se utilizarán datos de la OECD y de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). La OECD, también conocida en castellano como la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE), agrupa a la mayoría de los países desarrollados:

La OECD agrupa a casi 30 países miembros que comparten el propósito de promover la democracia y la economía de mercado. Se relaciona a su vez con más de 70 países de medio o bajo desarrollo, con organizaciones no gubernamentales y con la sociedad civil en general, intentando tener un alcance global en sus actividades. Es reconocida por sus publicaciones y por sus estadísticas. Su trabajo cubre temas económicos y sociales referentes en particular a temas como macroeconomía, comercio mundial, educación, desarrollo y ciencia e innovación.

La OECD promueve el buen gobierno en el servicio público y en la actividad corporativa mundial. Busca detectar políticas que funcionan y ayuda a los dirigentes de los países a adoptar orientaciones estratégicas adecuadas. La OECD produce instrumentos basados en acuerdos internacionales, decisiones y recomendaciones que promuevan reglas de juego en aquellos temas en los que se necesitan acuerdos internacionales para facilitar el progreso en una economía globalizada. La OECD busca compartir los beneficios del crecimiento con las economías emergentes, a través del desarrollo sustentable y la cooperación para el desarrollo. (OECD 2005a)

Por otro lado, la RICYT, creada bajo el impulso del argentino Mario Albornoz, se originó gracias al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), a partir de una propuesta surgida en el Primer Taller Iberoamericano sobre Indicadores de Ciencia y Tecnología, realizado en la Universidad Nacional de Quilmes (Argentina) a fines de 1994. Su puesta en marcha se hizo efectiva en la XXII Reunión del Consejo Técnico Directivo del Programa CYTED, celebrada en Quito (Ecuador) a fines de abril de 1995. La RICYT, que realiza sus actividades en coordinación con la Organización de Estados Americanos (OEA), se consolidó a través del proyecto de Indicadores Regionales de Ciencia y Tecnología, financiado por el Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral (CIDI). Para la formación de recursos humanos, la RICYT está íntimamente relacionada con la Cátedra UNESCO de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Su objetivo general es: «Promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología en Ibero América, en un marco de cooperación internacional, con el fin de profundizar en su conocimiento y su utilización como instrumento político para la toma de decisiones» (RICYT 2005). Sus objetivos específicos son:

- Diseñar indicadores para la medición y análisis de la ciencia, la tecnología y la innovación en los países de Ibero América. Facilitar la comparabilidad y el intercambio internacional de información sobre ciencia, tecnología e innovación y el desarrollo de estudios comparativos.
- Organizar programas regionales o multinacionales de recopilación de información en ciencia, tecnología e innovación.

- Realizar reuniones internacionales en torno a los temas prioritarios de la red.
- Publicar información, trabajos de investigación y análisis de indicadores, y procesos de información sobre ciencia, tecnología e innovación.
- Facilitar la interfase con los organismos públicos encargados de las estadísticas en ciencia, tecnología e innovación.
- Capacitar y entrenar especialistas en estadísticas e indicadores de ciencia, tecnología e innovación. (RICYT 2005)

La información que provee tanto la OECD como la RICYT es amplia y abundante, particularmente en lo que se refiere a datos de la década de 1990. Estos serán los datos que utilizaremos en el presente capítulo. Se cruzará y se juntará información proveniente de ambas organizaciones para realizar las comparaciones entre países, por lo que debe hacerse notar, nuevamente, que habrá un claro sesgo en la información brindada: la mayor parte de ella se referirá a los países desarrollados y pertenecientes al mundo occidental, así como a los países de todo el continente americano, desde la Patagonia (Argentina) hasta el Canadá.

2. Indicadores de ciencia y tecnología

La idea de generar indicadores apunta a cuantificar, lo que permite establecer comparaciones que, a su vez, contribuyan a la toma de decisiones. La cuantificación es, por tanto, de suma importancia, ya que define el tipo de trabajo que se debe realizar. No le sirve de mucho a un médico saber que un enfermo tiene la temperatura muy alta o que su presión está baja. La información que requiere el especialista es cuantitativa y, por ello, prefiere saber si el enfermo tiene 38° C de temperatura corporal a que le digan, simplemente, que «hierve de fiebre».

En el caso de la ciencia y la tecnología, sucede lo mismo. Cuando un científico norteamericano o español se queja de la poca inversión en investigación y desarrollo de su país y conversa con un científico peruano que tiene la misma preocupación, puede generarse la impre-

sión errónea de que la situación de los tres países es la misma. Sin embargo, cuando se recurre a los indicadores y se descubre que, en el año 1999, Estados Unidos invirtió alrededor de US\$ 900 por habitante, que España invirtió US\$ 165 por habitante, y que el Perú, el mismo año, invirtió US\$ 1,7 por habitante, podemos apreciar que la diferencia es abismal.¹ Obviamente, las medidas que se tomen para revertir la situación para el caso de quienes estén en peor condición no pueden ser las mismas que para quienes se encuentran en una mejor situación.

Debe advertirse al lector que medir el nivel de las inversiones en las distintas actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología en cada país no es tarea fácil. Por un lado, hay que realizar un serio e intenso trabajo para recolectar los datos y, por otro, en cada país, la información puede recolectarse de distintas maneras e interpretarse también de variadas formas. Por ello, la OECD ha trabajado, desde la década de 1970, en la normalización de los indicadores de ciencia y tecnología. Como resultado de congresos y encuentros en distintos países del mundo, se han elaborado los manuales de Frascati, Oslo y Canberra, así como los manuales de patentes y de balanza de pagos tecnológicos. A su vez, la RICYT ha trabajado aplicando las bases sentadas por la OECD.

En el presente trabajo y de acuerdo con la información de la OECD y de la RICYT, se ha hecho una selección de indicadores. Entre algo más de cuarenta distintos indicadores, se ha escogido como los más significativos a los siguientes:

- a. gasto en I+D respecto al PBI,
- b. gasto en I+D por habitante,
- c. coeficiente de invención,
- d. publicaciones registradas en el *Science Citation Index (Sci. Search)*,
- e. publicaciones en *Sci. Search* por habitante y
- f. publicaciones en *Sci. Search* en relación al gasto en I+D.

¹ Estas cifras están en dólares nominales, es decir, no han sido corregidas como en los datos de Angus Maddison (2005) utilizados en el primer capítulo. De todas maneras y sea cual fuere la corrección, la diferencia es, igualmente, abismal.

De todos estos indicadores, en este libro, se tomará como el de mayor importancia el gasto en investigación y desarrollo (I+D) por habitante, por lo que conviene hacer ciertas aclaraciones sobre este. Para medir la inversión en ciencia y tecnología, existen dos indicadores: uno de ellos es el gasto en actividades científico-tecnológicas (ACT); el otro es el gasto en investigación y desarrollo (I+D).

A veces, el uso de estos dos indicadores de manera indistinta puede confundir al neófito. Por ello, conviene hacer algunas precisiones: las ACT comprenden las actividades sistemáticas estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científicos de todos los campos de la ciencia y la tecnología. Incluyen actividades tales como la investigación científica y el desarrollo experimental (I+D), la enseñanza y la formación científico-técnica (EFCT), y los servicios científicos y técnicos. Por otro lado, la investigación y el desarrollo experimental (I+D) comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de los conocimientos humanos, culturales y sociales, y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones. En este trabajo, preferiremos utilizar como indicador el referido a los recursos destinados a I+D y no trabajaremos con los fondos destinados a actividades científicas y tecnológicas.

Aclarémoslo con algunas cifras: en el caso del Perú, según la RICYT, las ACT llegaban a ser el 0,75% del PBI en 1998, mientras que el promedio latinoamericano era de 0,82%. En el Perú, la mayor parte de las ACT estaba dedicado a la formación científico técnica. Según el Concejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), el gasto en ACT en instituciones no universitarias varió de 0,21% en 1993 a 0,34% del PBI en 1999. La diferencia respecto del 0,75% señalado por la RICYT para 1998 correspondería a las ACT universitarias.

Es decir, entre las actividades en ciencia y tecnología, se mezclan gastos o inversiones que corresponden al dictado de cursos o a la realización de actividades académicas. Según esos datos, el Perú no está muy mal respecto del promedio de Latinoamérica. Sin embargo, en lo que se refiere específicamente a investigación y desarrollo, en el Perú, el gasto, en 1997, fue de aproximadamente el 0,08% del PBI,

mientras que el promedio latinoamericano era de 0,59%. En otras palabras, invertíamos (e invertimos) en I+D la octava parte de lo que Latinoamérica invierte en promedio (según los datos de la RICYT). Como se verá con más profundidad en los siguientes capítulos, esta diferencia es dramática.

La confiabilidad de los datos en cada país también debe tomarse de manera referencial y no como cifras exactas y precisas. En el mismo caso comentado, de ese 0,08% del PBI que invierte el Perú en I+D, según la RICYT, el 70% aproximadamente es ejecutado por el gobierno en sus propias actividades (institutos de investigación), mientras que el 30% es ejecutado por las universidades. Sin embargo, la RICYT no dispone de datos sobre los gastos que ejecutan las empresas en I+D porque ni el mismo gobierno peruano los conoce. Según el economista Mariano Cucho, quien dirigió la edición del documento *Indicadores de ciencia, tecnología e innovación. Década de los 90. Perú*, hay más inversión en I+D por parte de las empresas que la poca que se contabiliza (Cucho 2001). A escala latinoamericana, según la RICYT, los gobiernos son responsables del 20% de la inversión en I+D, las empresas de un 37% y las universidades de un 42%. No hay datos precisos de quién proporciona el dinero a las universidades, pero, de lejos, la mayor parte corresponde a los gobiernos.

Otro asunto sobre el cual vale la pena hacer un comentario es sobre la expresión 'gasto en I+D', denominación utilizada por la RICYT. En este libro, preferiré utilizar 'inversión en I+D' con la finalidad de asentar la idea de que el dinero utilizado en I+D debe generar riqueza y, por ello, acaba siendo más una inversión que un dinero perdido en un barril sin fondo.

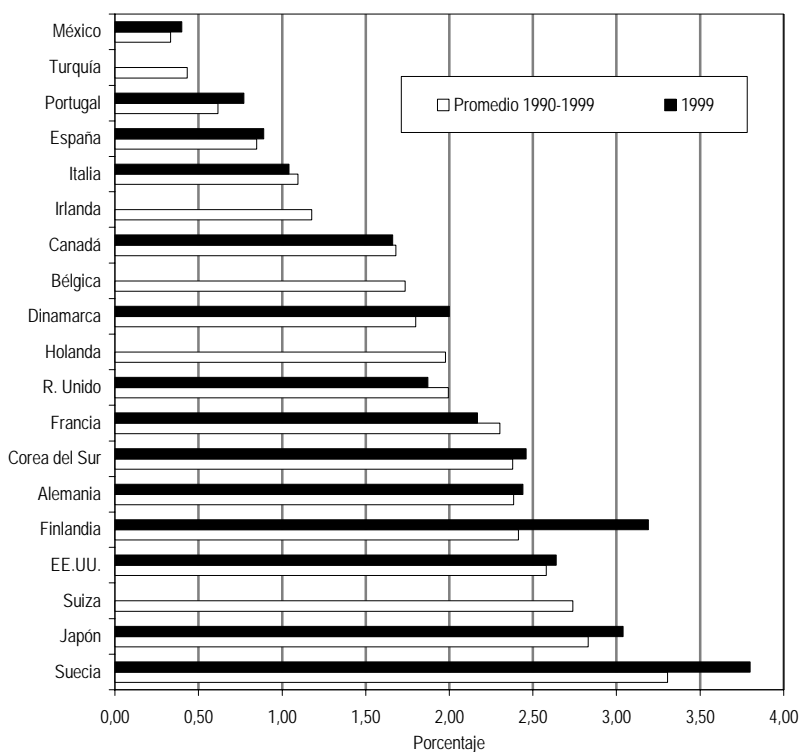
Una atingencia adicional: los datos de los que se dispone solo se refieren a I+D. Aunque en este trabajo se insistirá en la idea de englobar investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) en un paquete común, debe hacerse notar que, en el mundo, todavía no se miden de manera clara los gastos o inversiones en innovación. Es de esperar que, en el futuro, se pueda contar con maneras de medir las inversiones en este rubro.

Por último, antes de observar las cifras, también se debe precisar que, al hablar de inversión o gasto en I+D con respecto al PBI, esta

inversión incluye los recursos que aportan tanto el Estado como las empresas privadas. Así, por ejemplo, si, en el año 1998, en Estados Unidos, se invirtió en I+D un 2,6 % del PBI (US\$ 227.173 millones en dólares corrientes del año 1998), el 66% de ese valor correspondió a inversiones de la industria norteamericana, el 29% correspondió al Estado y el 5% restante correspondió a recursos aportados por las universidades, *colleges* y otras instituciones académicas. La ejecución de ese dinero se distribuyó de la siguiente manera: 9% en instituciones estatales, 74% en empresas y el 15% en universidades.

Luego de las indicaciones presentadas, pasemos a mostrar, en el gráfico 17, la inversión en I+D de varios países miembros de la OECD entre los años 1981 y 1999.

Gráfico 17
Inversión anual en I+D respecto al PBI, países de la OECD, años 1990-1999



3. Países de la OECD. Inversiones en I+D

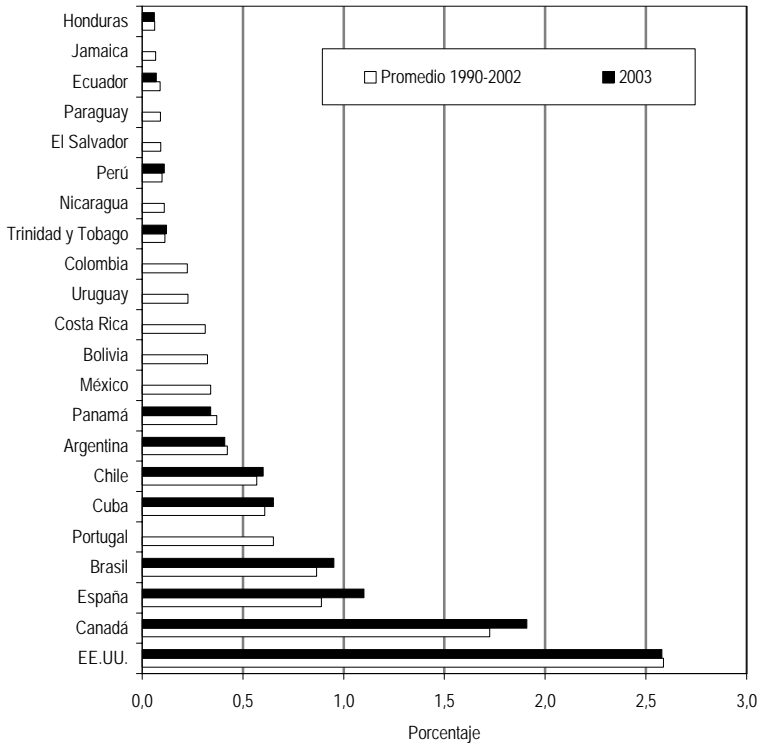
Las inversiones en I+D oscilan en un rango de valores entre el 0,5% y el 4%. México, el único país latinoamericano del grupo, presenta los valores más bajos y es superado, ligeramente, por Turquía. Suecia destaca nítidamente como el país que más esfuerzos realiza y se acerca a una inversión de 4%. Dos países vecinos, Finlandia y Dinamarca, muestran fuertes crecimientos en la inversión en I+D. La República de Irlanda parte de una base muy baja de 0,7%, pero se nota claramente que realiza un esfuerzo sostenido por aumentar la inversión cada año: alcanza, así, valores de 1,4% en 1997. Japón también mantiene un valor bastante elevado, superior incluso al de los Estados Unidos. Corea del Sur muestra un crecimiento notable hasta el año 1997, en el que llega a su pico máximo y, a partir del cual, sufre una caída. El Reino Unido cae de manera más notable: desde un 2,4% en 1981 a menos de 2% en 1999. España e Italia crecieron fuertemente en la década de 1980, tanto así que, en España, la inversión se duplica de 0,4% a 0,8% durante dicho período. Luego, en la década de 1990, la inversión en Italia decae y, por su lado, la cifra en España no varía mucho. Ambos países se acercan a un valor de inversión en I+D que hoy en día marcha alrededor del 1% de su correspondiente PBI. Para el año 1999, la inversión promedio en I+D de la Unión Europea llegó a ser de 1,85% y la de los países de la OECD alcanzó el valor de 2,21%.

4. Países de Iberoamérica. Inversiones en I+D

Veamos, a continuación, los datos que brinda la RICYT para los países de Iberoamérica. En el gráfico 18, se muestran los datos de los países del continente americano y de la Península Ibérica. En este caso, los datos van del año 1990 al año 2003.

Las diferencias son claras. Estados Unidos y Canadá son los líderes por muchos cuerpos de ventaja. En el caso de los Estados Unidos, el promedio ronda el 2,5% y, en Canadá, se bordea el 1,5% del PBI. España y Portugal destacan, lo mismo que Brasil y Chile, con respecto

Gráfico 18
Inversión anual en I+D respecto al PBI, años 1990-2003



a los demás países iberoamericanos. Es de suponer que los cambios políticos o las crisis económicas afecten las decisiones en estos dos países de la región sudamericana, lo mismo que ocurre en el caso del Uruguay, país que ostenta subidas y bajadas espectaculares y que deben causar zozobra permanente en su comunidad científica. España y Chile mantienen una regularidad amable y tranquilizadora para los científicos y los tecnólogos. Como ya se ha dicho, el ex presidente chileno Ricardo Lagos prometió públicamente que, a fines de su mandato, Chile llegaría al valor de 1,2% de inversión en I+D con respecto al PBI.² Por su parte, Brasil muestra una tendencia permanente al

² Al final no cumplió con su promesa.

crecimiento. En contraste, en la parte inferior del gráfico, dos países sorprenden por su regularidad, aunque se trata de una regularidad cercana a cero: Perú y Ecuador acompañan a Nicaragua con valores de inversión en I+D cercanos al 0,1% con relación a su respectivo PBI.

El porcentaje de inversión en I+D con respecto al PBI de un país es una medida muy utilizada para comparar a los países, pero sigue siendo una medida relativa. Por eso, también es interesante utilizar un segundo indicador que permita analizar cuánto se invierte en dinero efectivo en I+D en cada país por habitante. En este caso, las diferencias se vuelven más dramáticas que cuando se trabaja con porcentajes.

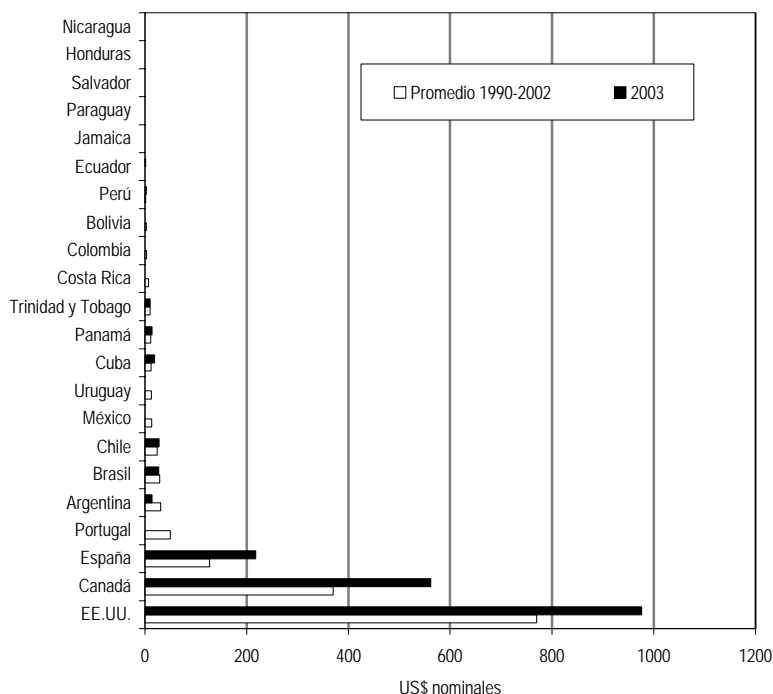
Para no entristecer en exceso al lector, dejaremos de lado a la OECD y pasaremos a ver los datos que brinda la RICYT para el caso de todos los países de América y de la Península Ibérica. Se trabajará con dólares PPA (poder de paridad adquisitivo, un valor constante similar al de los dólares Geary Khamis de 1990).

El gráfico 19 nos ofrece un panorama general. Nuevamente, Estados Unidos y Canadá destacan respecto del resto. Estados Unidos, en una década, pasa de invertir US\$ 600 por habitante en I+D a casi US\$ 1.000. Canadá pasa de alrededor de US\$ 300 a casi US\$ 600. A cierta distancia, España aumenta su inversión de US\$ 104 a US\$ 236.

Los países de Latinoamérica desaparecen y es imposible distinguir a unos de otros. Por ello, el gráfico 20 presenta una ampliación y escoge los casos más característicos y que vale la pena mostrar.

En primer lugar, se observa a Brasil con una inversión que, en 1996, bordeaba los US\$ 40 por habitante. La última cifra conocida sobre este país, correspondiente al año 2003, ronda los US\$ 27. Cuba invierte de manera sostenida valores importantes con relación a sus condiciones económicas (casi US\$ 20 nominales). En Costa Rica y México, el crecimiento, durante la primera mitad de la década de 1990, es destacable. Argentina también destacó un poco por su inversión en I+D hasta 1999. Esta inversión estuvo fuertemente orientada a apoyar más actividades científicas que tecnológicas y de innovación. Lamentablemente, con la crisis económica que explotó a fines de 2001 en dicho país, el sector de ciencia y tecnología es ahora uno de los sacrificados y estas cifras están reduciéndose dramáticamente. Otro país que sorprende por la caída en picada de sus inversiones en

Gráfico 19
Inversión anual en I+D en US\$ nominales, años 1990 a 2003

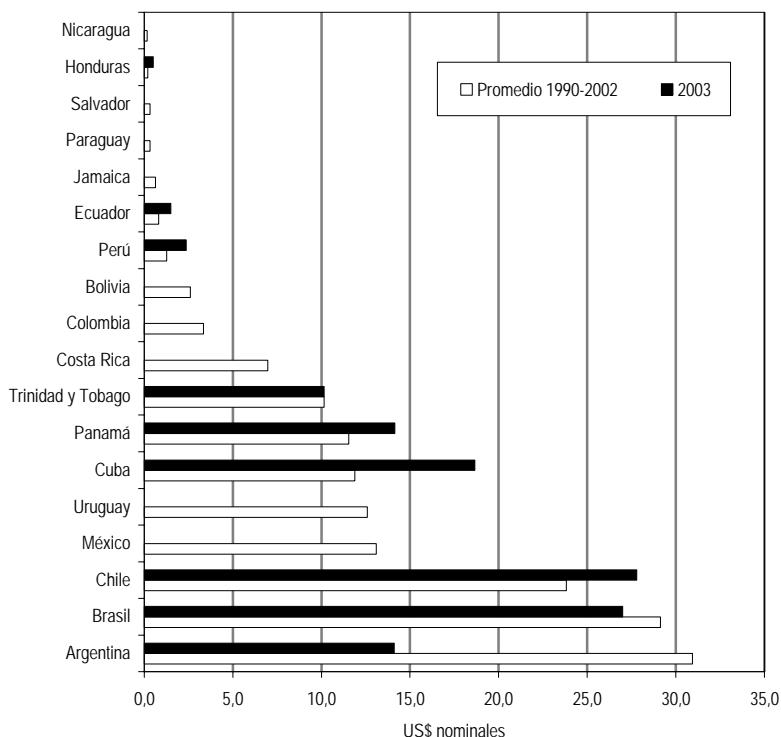


I+D es Colombia, país que, de invertir US\$ 7 por habitante en 1996, pasó a invertir US\$ 3 el 2002; es decir, su inversión en I+D se redujo a menos de la mitad. Perú, Bolivia y Ecuador aparecen hermanados, siempre a la zaga, aunque la inversión en I+D por habitante en Bolivia es el doble de la inversión que realizan los peruanos y los ecuatorianos.

Puede concluirse que las diferencias en la inversión en I+D son notables entre los distintos países, incluso dentro del ámbito latinoamericano. Existen países en los que se mantiene constante el porcentaje con respecto al PBI, pero en los que la inversión en I+D aumenta notablemente a medida que el país se enriquece. Este es el caso de Estados Unidos, Canadá y España.

Gráfico 20

Inversión anual en I+D en US\$ nominales, países de Latinoamérica, años 1990 a 2003



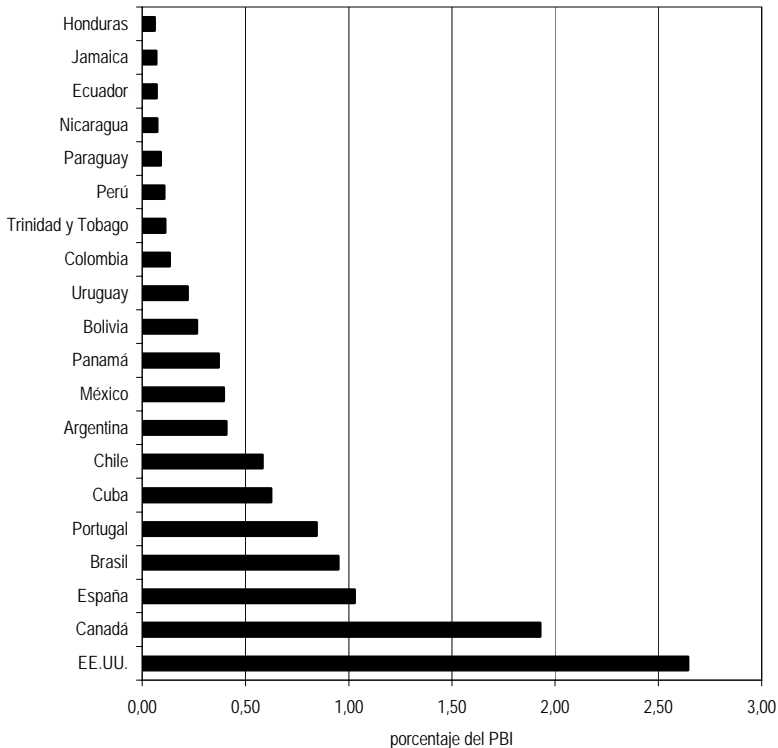
Otros países registran variaciones notables año tras año. Es de suponer que esto se debe a las diferencias de opinión en el tema de políticas en ciencia y tecnología que puedan tener los sucesivos líderes que ocupan las principales funciones directivas. Para observar bien el contraste, pongamos por un lado a Brasil, Chile y Costa Rica, países en los que hay una voluntad clara y una definición política a favor de la investigación y desarrollo; y, por el otro lado, destaquemos lo que ocurre en Perú, Bolivia y Ecuador, países andinos que comparten una falta de definición política sobre el tema. Evidentemente, en estos tres países, ni la clase política ni la clase empresarial y ni siquiera la clase académica consideran que la investigación y el desarrollo sean importantes.

5. ¿Hacia dónde van países como el Perú?

La situación en el Perú se mantuvo penosamente estable entre el 2001 y el 2003, como lo muestra el gráfico 21.

Si se ha demostrado lo rentable y conveniente que es para un país el desarrollo de la ciencia y la tecnología, y si se ha visto que es clave invertir en investigación, desarrollo e innovación, surge la siguiente pregunta: ¿qué hacer? De la misma manera que países como Honduras, Nicaragua, Paraguay, Ecuador y otros, ¿somos un país condenado al fracaso?, ¿por qué nadie hace nada significativo?, ¿quiénes son los

Gráfico 21
Inversión en I+D como porcentaje del PBI, promedio anual 2001-2003



responsables de la situación?, ¿quiénes son los responsables de corregir la situación? En los capítulos finales de este ensayo, se tratará de dar respuesta a estas interrogantes.

Capítulo 5

¿CUÁLES SON LOS RESULTADOS DIRECTOS DE ESAS INVERSIONES?... ¿PAÍSES SIN FUTURO? ¿PAÍSES NECIOS?

CONTINUANDO CON LAS siempre enojosas comparaciones ya iniciadas en capítulos anteriores, ahora se mostrarán cuadros y gráficos relacionados con las inversiones en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I), y sobre los resultados de estas. En este capítulo, se continuará con la revisión de las cifras que ofrece la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) sobre dicho tema, y se mostrarán cuáles son los resultados en el campo de la ciencia y la tecnología. Luego, se verá la relación de las inversiones en I+D y la situación económica de los países. Finalmente, se sugerirá crear la categoría de ‘países necios’ para denominar a aquellos países que han descuidado de manera supina el tema de la investigación, el desarrollo y la innovación.

1. Resultados en ciencia y tecnología

Veamos cuáles son los resultados de la mucha, poca o nula inversión que destinan distintos países a los campos de investigación y desarrollo. Presentaremos, primero, lo que se denomina el ‘coeficiente de invención’.

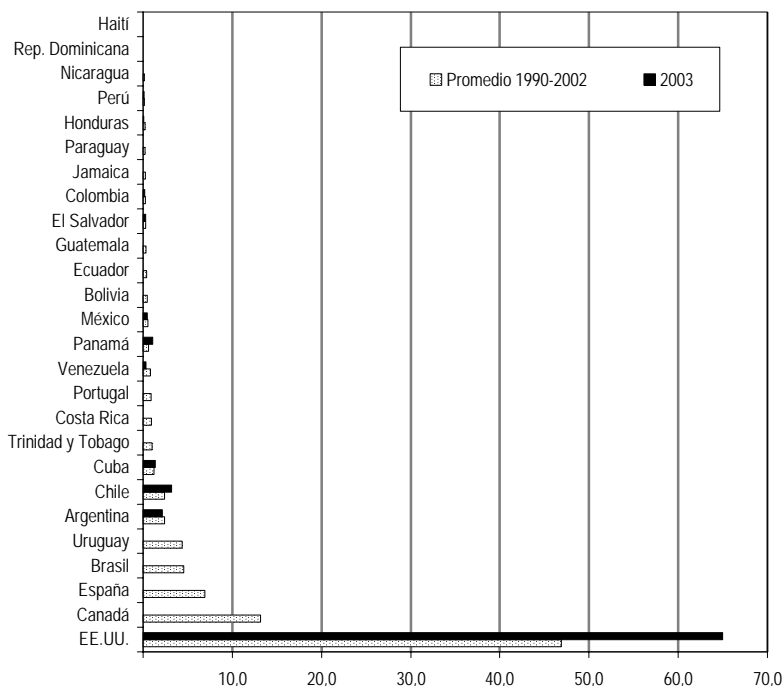
1.1. Coeficiente de invención

El coeficiente de invención es el número de patentes que registran los residentes de un país en la institución oficial nacional encargada

de llevar dicho registro. En el gráfico 22, se muestra este número por cada cien mil habitantes. Debe apuntarse que, en este coeficiente de invención, solo se han registrado los pedidos de patente realizados por los residentes en el país estudiado, es decir, no se han considerado los pedidos de registro de patente de inventos desarrollados en otros países.

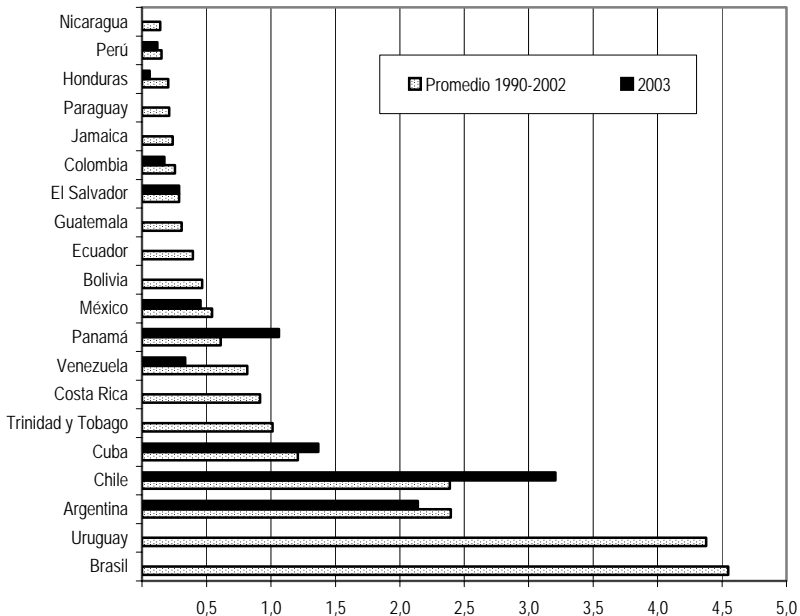
El coeficiente de invención da una idea de los inventos que se realizan en cada país. Sin embargo, no necesariamente quedan registrados todos los inventos, ya que, por ejemplo, en Latinoamérica, en general, no hay mucho conocimiento acerca de las ventajas de proteger legalmente los inventos.

Gráfico 22
Coeficiente de invención anual
(patentes solicitadas por residentes por cada 100.000 habitantes)



Nuevamente, destaca Estados Unidos, seguido, de lejos, por Canadá y, luego, España. El resto de países latinoamericanos queda confundido entre una multitud de puntos que obligan a realizar una nueva ampliación que se muestra en el gráfico 23.

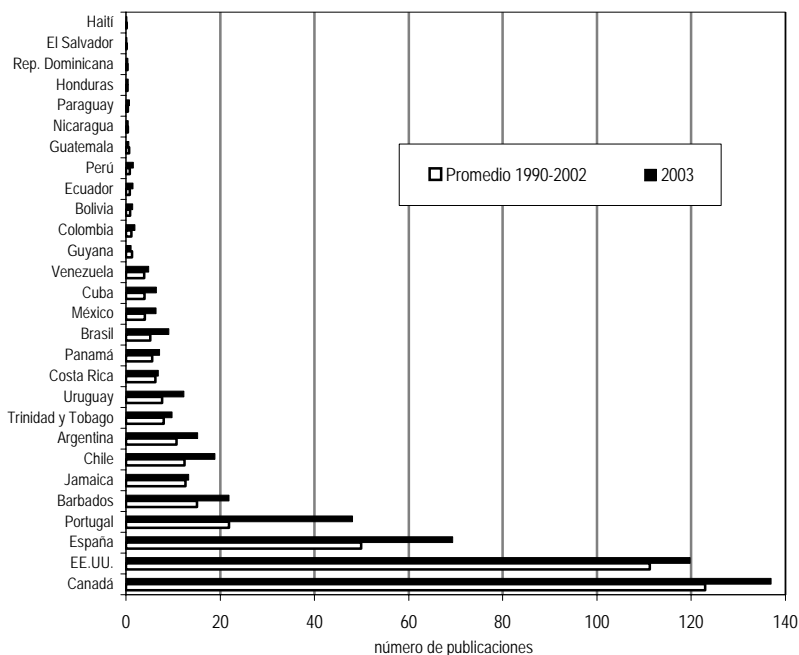
Gráfico 23
Coeficiente de invención anual
(patentes solicitadas por residentes por cada 100.000 habitantes)



Brasil, Argentina y Chile se encuentran por encima del resto de países, y Uruguay los acompaña, aunque con una tendencia muy fuerte a decrecer: de haber llegado a tener siete patentes registradas por cada cien mil habitantes en 1992, cifra no alcanzada por ninguno de los demás países, cae a menos de tres patentes en 1999. Perú, nuevamente, pelea con éxito el dudoso honor de ocupar los últimos puestos, con coeficientes de invención que varían entre 0,1 y 0,2 patentes por cada cien mil habitantes.

En el siguiente gráfico, se presenta el número de publicaciones registradas al año en el *Science Citation Index*. En el gráfico 24, se muestran los valores correspondientes a toda Iberoamérica. Nuevamente, Estados Unidos y Canadá distorsionan la presentación. Basta mencionar que, en 1998, los Estados Unidos registraron 113 publicaciones por cada cien mil habitantes; Canadá registró 121 publicaciones; España, 60; y Portugal, 28. Existen otros sistemas para registro de publicaciones como el Pascal, el Compendex, el Inspec, entre otros; pero, como las cifras dan indicios similares, se ha preferido mostrar solo uno de los sistemas de registro.

Gráfico 24
Publicaciones anuales registradas en el SCI Search
por cada 100.000 habitantes

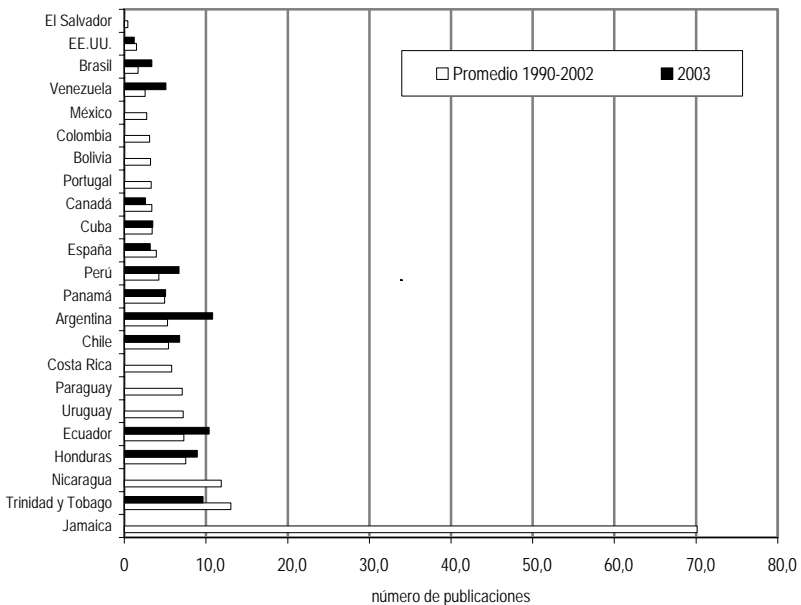


En Latinoamérica destacan países como Barbados, Jamaica. Chile, Argentina y Uruguay. Brasil, Cuba, México y Venezuela muestran

una tendencia de crecimiento permanente: duplican su producción en una década y pasan, durante el período, de entre dos y 2,5 publicaciones registradas al año por cada cien mil habitantes a cuatro y cinco publicaciones anuales. En la parte más baja del gráfico, se encuentra, nuevamente, Perú, quien comparte deshonores con Colombia, Ecuador, Bolivia, Paraguay, República Dominicana, El Salvador y Haití. Todos ellos tienen menos de dos publicaciones registradas al año por cada cien mil habitantes.

Un último gráfico que mostraremos en este breve recorrido sobre algunos de los principales indicadores de ciencia y tecnología se refiere a las publicaciones registradas en el *Science Citation Index* respecto a la inversión en I+D. En el gráfico 25, se muestra la relación entre lo que el país invierte en I+D en millones de dólares y cuánto se publica en el país por ese monto invertido.

Gráfico 25
Publicaciones al año registradas en el SCI Search
por cada millón de US\$ invertidos



A pesar de las desalentadoras cifras y de las deficiencias que pudiera haber al realizar este tipo de comparación, se observa que el Perú aparece con entre cuatro y seis publicaciones por cada millón de dólares invertido en I+D, mientras que Estados Unidos aparece con menos de dos publicaciones por cada millón de dólares invertidos. Uruguay, Argentina y Ecuador también destacan. Obviamente, este gráfico debe leerse con mucho cuidado. Por un lado, al hablar de publicaciones registradas no se está midiendo ni el impacto ni el valor que estas pudieran tener; y, por otro lado, en países como el Perú, con costos más bajos por los servicios, es posible hacer más trabajos de investigación con la misma o menor cantidad de dinero. Es interesante observar, por otra parte, el caso chileno, país que si, en 1990, publicaba ocho investigaciones por cada millón de dólares invertido en I+D, para 1999, ya bordeaba las cuatro publicaciones. Esto sugiere que, a medida que se avanza en investigación, estas se hacen más sofisticadas y más caras, pero se obtienen también resultados de mayor valor.

1.2. Relación entre PBI e inversiones en I+D

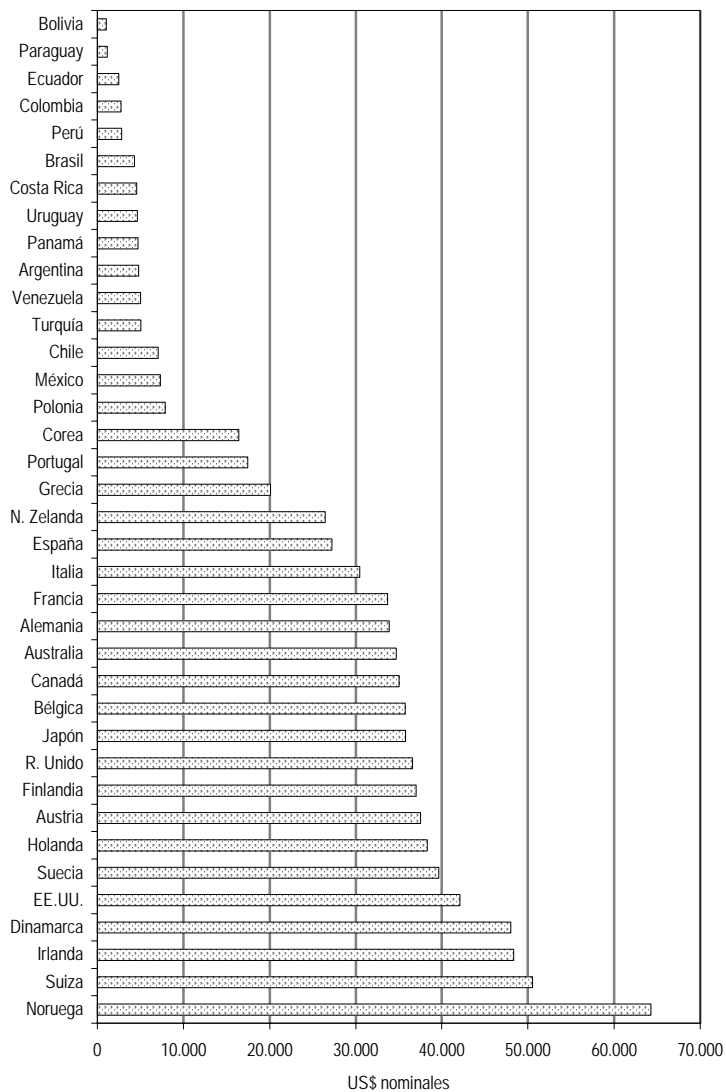
Los cuadros anteriores son desalentadores para varios países latinoamericanos, pero a más de uno se le ocurrirá decir: ¿y?...¿acaso las publicaciones científicas y las patentes alimentan? ¡Lo que importa es lo que se produce! Ante este cuestionamiento, veamos los resultados de los países ya estudiados, pero ahora analizaremos su desarrollo económico en los últimos tiempos.

El Fondo Monetario Internacional brinda una información muy completa sobre el desarrollo de las economías de los países en los últimos 25 años y que se pueden obtener recurriendo a la siguiente página web: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2006/01/data/dbginim.cfm>.

A partir de la información recabada, en el gráfico 26 muestra el PBI/cap de países de la OECD y de Latinoamérica con más de tres millones de habitantes.

Un problema para analizar los datos de la figura 26 se origina en que los habitantes de cada país tienen distintas capacidades de compra

Gráfico 26
PBI/cap año 2005 en US\$ nominales



y, ante ello, así como Maddison utiliza los dólares Geary Khamis para comparar los PBI/cap entre países a lo largo de los siglos, en la actualidad se ha vuelto muy utilizada la conversión a «dólares poder de paridad adquisitiva (PPA)» o «dólares poder de paridad de compra PPC» o dólares «purchase power parity (PPP)».

Por ejemplo, comparemos las siguientes situaciones: el 2005, en Argentina, Colombia, Chile, Perú y Venezuela, el PBI/cap en dólares nominales o corrientes fue como se muestra a continuación:

	PBI/cap (US\$)
Chile	7.040
Venezuela	5.026
Argentina	4.802
Perú	2.812
Colombia	2.742

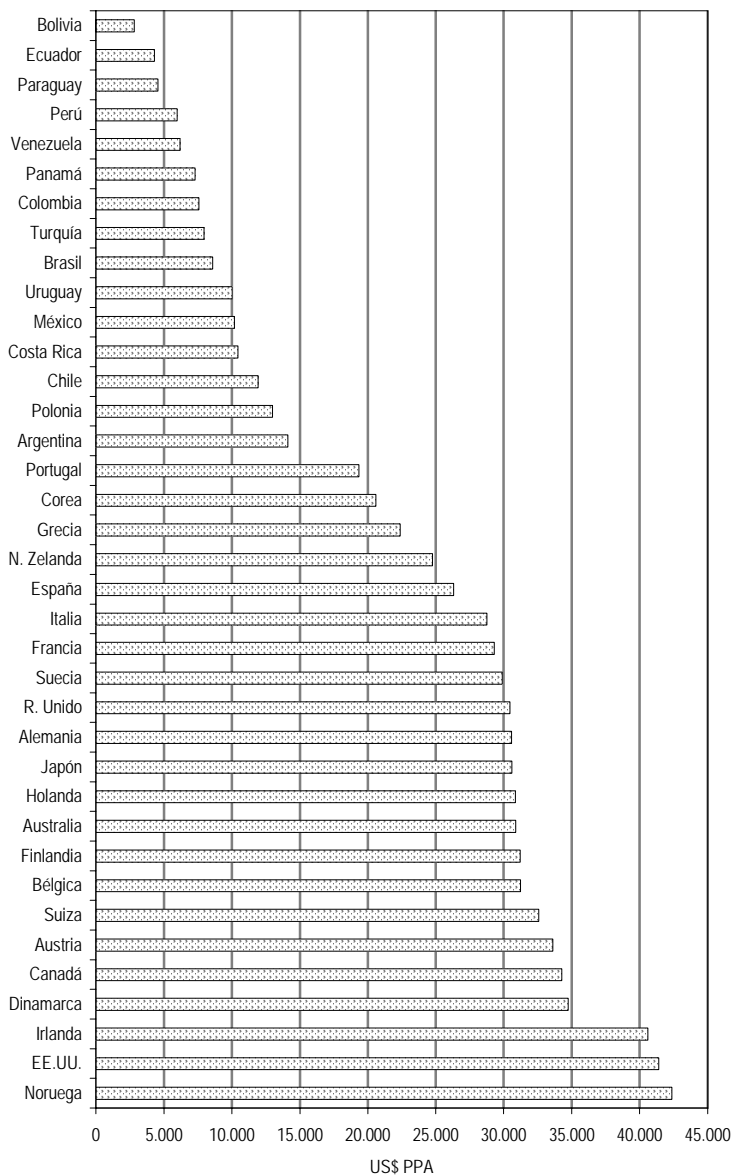
Si se estudia el poder adquisitivo de las personas de cada uno de los países mencionados se descubre que Argentina es un país con costos mucho más bajos que los demás; y que Venezuela, a pesar de estar gozando de una bonanza económica debida a los altos precios del petróleo, también sufre de un costo de vida comparativamente superior al de los demás.

Al recurrir a los correspondientes estudios y utilizar los dólares PPA, las cifras varían notablemente, como se muestra seguidamente

	PBI/cap (US\$ PPA)
Argentina	14.109
Chile	11.937
Colombia	7.565
Venezuela	6.186
Perú	5.983

Los dólares PPA permiten hacer una mejor comparación entre países y por ello los utilizaremos a continuación. Veamos a los mismos países del gráfico 26, pero ahora bajos la referencia de los dólares PPA.

Gráfico 27
PBI/cap año 2005 en US\$ PPA



Llama poderosamente la atención el que los países liberados por Simón Bolívar en las primeras décadas del siglo XIX, junto con Paraguay (vecino a Bolivia), en el año 2005, forman un sólido bloque y ocupan los últimos lugares, en lo que al PBI/cap en US\$ PPA se refiere.

Obsérvese, además, que los países parecen estar agrupados de acuerdo a ciertos rangos:

Noruega, los Estados Unidos e Irlanda aparecen como los países más ricos.

Dinamarca, Canadá, Austria y Suiza ocupan el siguiente bloque.

Bélgica, Finlandia, Australia, Holanda, Japón, Alemania, el Reino Unido, Suecia, Francia e Italia se encuentran en situación muy parecida en lo que respecta a su PBI/cap en US\$ PPA.

España, Nueva Zelanda, Grecia, Corea y Portugal forman otro grupo en el cual hay una caída progresiva en el PBI.

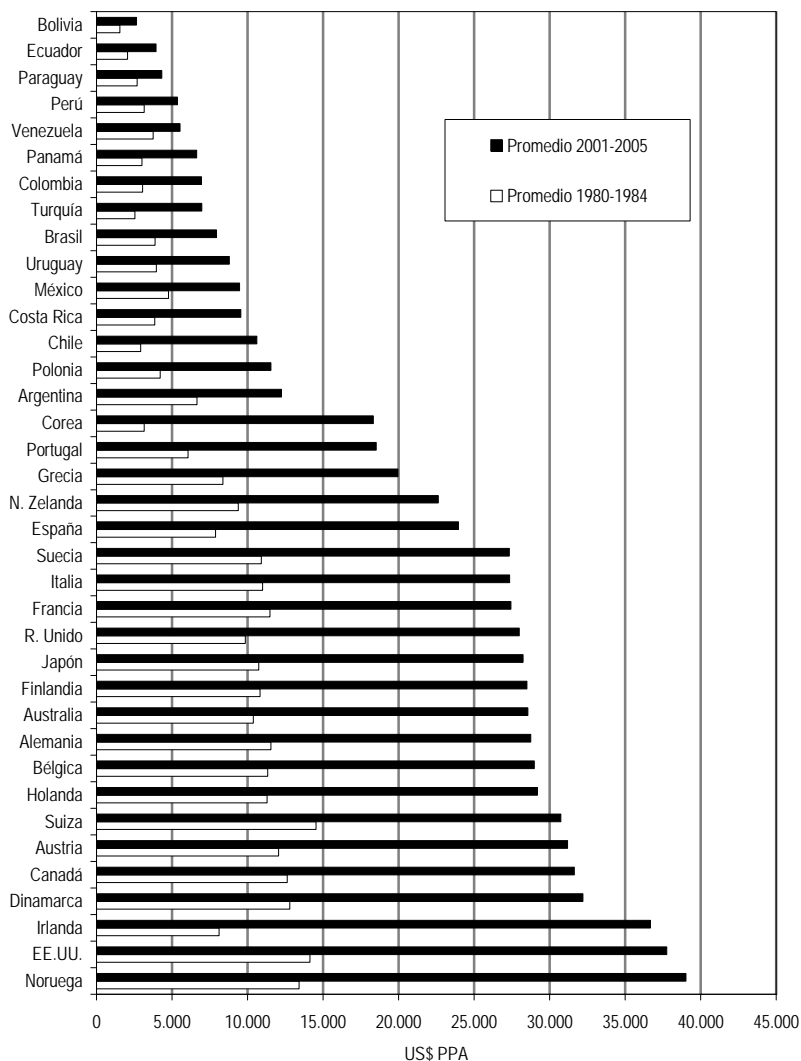
A partir de Portugal, y a una distancia notable, aparece Argentina, y luego caen de una manera casi constante, Polonia, Chile, Costa Rica, México, Uruguay, Brasil, Turquía, Colombia, Panamá, Venezuela, Perú, Paraguay, Ecuador y Bolivia.

Pudiera ser que los problemas del año en cada país oculten las tendencias de los distintos resultados económicos. Para evitar posibles perturbaciones transitorias, realicemos otro ejercicio y comparemos períodos de cinco años.

En el gráfico 28 presentaremos el promedio del PBI/cap en US\$ PPA para los períodos 1980 al 1984 (período con los datos más antiguos del FMI en lo que se refiere a US\$ PPA) y los compararemos con el correspondiente promedio del PBI/cap en US\$ PPA de los países en estudio en lo que toca al período del 2001 al 2005. Los países están ordenados de menor a mayor sobre la base de los resultados del 2001 al 2005.

No hay muchas variaciones entre los gráficos 27 y 28. Como ya se observó al presentar las cifras correspondientes al año 2005, una maldición parece perseguir a los países que Bolívar trató infructuosamente de convertir en una gran nación. También puede notarse en el gráfico 28, como también se destacó al analizar el gráfico 27, que en los países ubicados entre Argentina y Bolivia el PBI/cap decrece de manera constante y sostenida respecto al resto.

Gráfico 28
PBI/cap promedio 1980-1984 vs. promedio 2001-2005



Al analizar con cuidado al gráfico 28, puede notarse que en todos los países, el PBI/cap en US\$ PPA ha mejorado en los últimos veinte años. Ninguno de los países estudiados está en peor situación en el período 2001-2005 que en el período 1980-1984.

Sin embargo, puede notarse que la mejora no es similar en todos los casos. Es más, el orden ha variado y las diferencias han aumentado. Por ejemplo, para el período 1980-1984, el Perú tuvo un PBI/cap en US\$ PPA superior a Colombia y a Chile, Turquía y Corea, como se muestra en la siguiente tabla:

	PROMEDIO 1980-1984 US\$ PPA
Perú	3.161
Corea	3.156
Colombia	3.048
Chile	2.924
Turquía	2.547

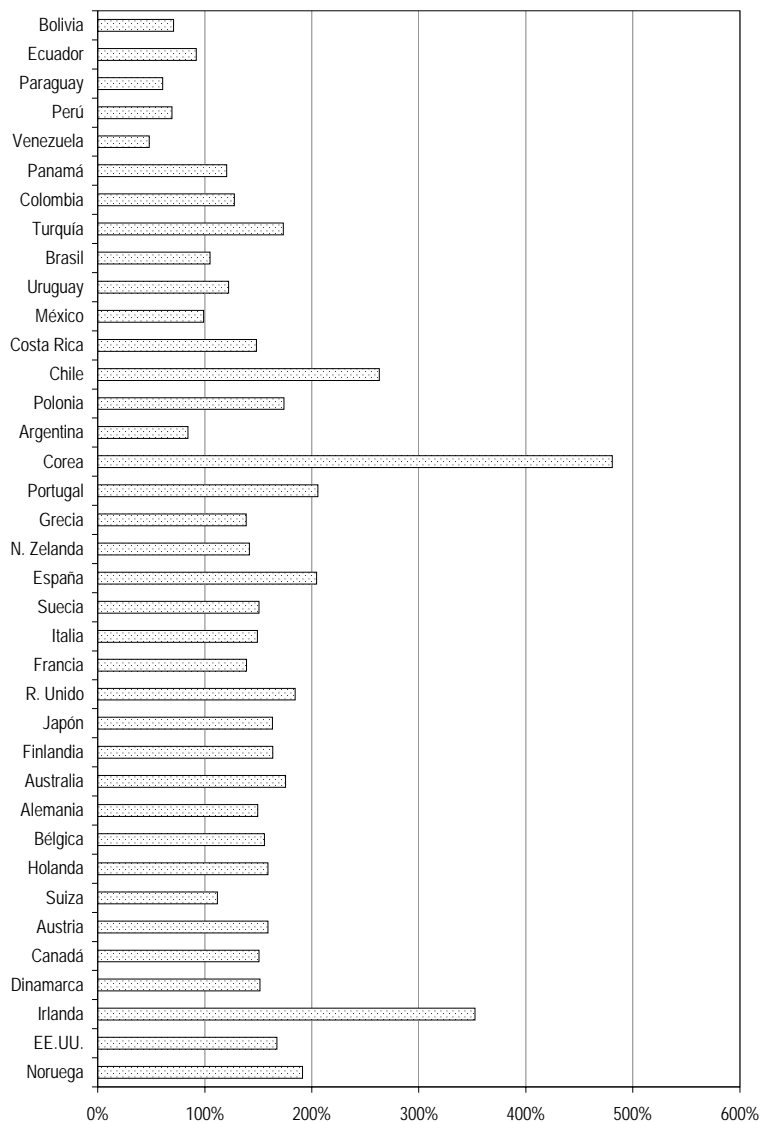
¿Qué ha ocurrido veinte años después? Veámoslo a continuación:

	PROMEDIO 2001-2005 US\$ PPA
Corea	18.323
Chile	10.608
Turquía	6.958
Colombia	6.940
Perú	5.354

Los números invitan a la reflexión y para distinguir mejor las variaciones entre los dos períodos escogidos en los países en estudio, veamos ahora el crecimiento porcentual que se consigue en el segundo período del 2001-2005 respecto al primero del 1980-1984 (véase el gráfico 29).

El crecimiento de Corea del Sur destaca largamente. Luego le siguen Irlanda y Chile, países comprometidos con la educación y con

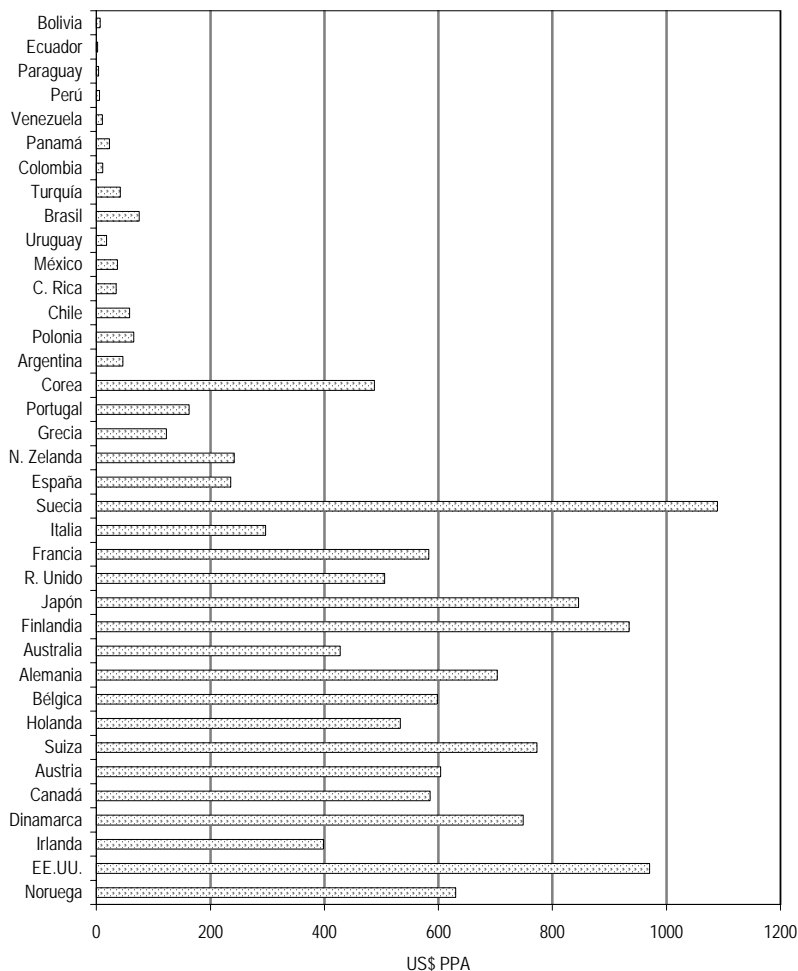
Gráfico 29
Incremento porcentual PBI/cap,
período 2001 a 2005 respecto al período 1980-1984



la innovación. En el otro extremo, los países bolivarianos siguen bastante unidos en la discreción de sus resultados económicos, con las excepciones de Colombia y Panamá.

Observemos ahora, en el orden utilizado hasta el momento, el estado en el que se encuentran las inversiones en Investigación y Desarrollo, en los países en estudio.

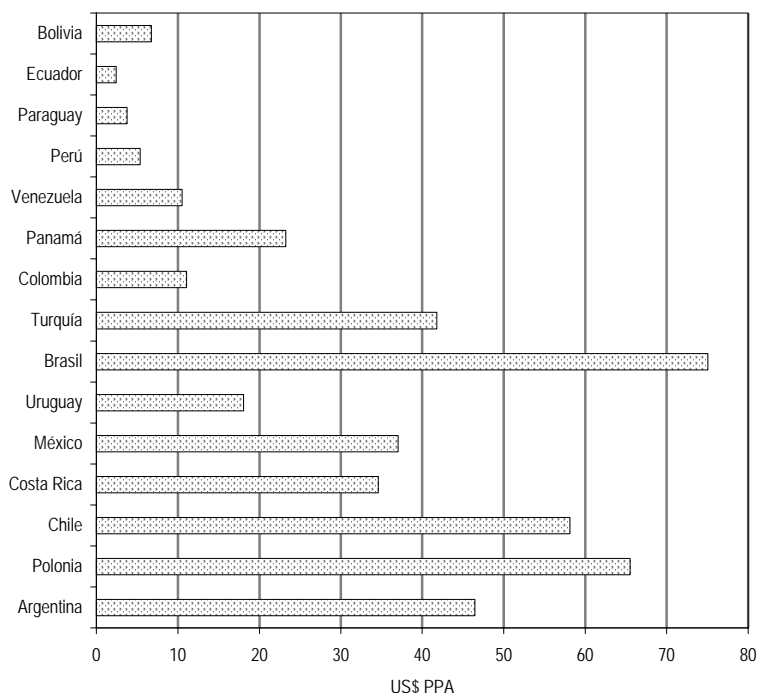
Gráfico 30
Inversión en I+D/cap en US\$ PPA, período 2001-2003



Compárense con atención los gráficos 28 y 30. Los quince países que se encuentran en peor situación invierten mucho menos en I+D que los demás. No hay proporcionalidad entre el PBI/cap y la inversión en I+D/cap, es decir, algunos se esfuerzan más que otros a pesar de que sus PBI/cap sean similares.

Amplíemos el gráfico 30 y enfoquémonos ahora en los países de menor producto bruto interno, es decir, en los países comprendidos entre Argentina y Bolivia.

Gráfico 31
Inversión en I+D/cap en US\$ PPA, promedio período 2001-2003



Fuente: PNUD Informes del Desarrollo Humano 2003, 2004 y 2005, FMI

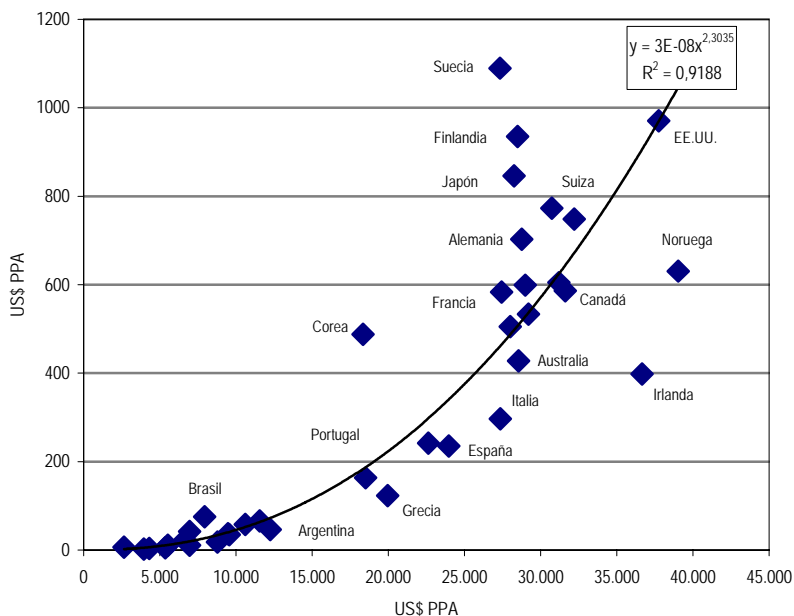
Bolivia, con menos ingresos, invierte en I+D más que Ecuador, Paraguay y Perú. Colombia, con un PBI/cap mayor que Panamá,

invierte bastante menos que su vecino y muchísimo menos que Turquía y Brasil. Uruguay también llama la atención por su baja inversión en I+D respecto a sus acompañantes más cercanos como son Brasil y México.

En otras palabras, los esfuerzos por invertir en I+D en cada país no necesariamente son proporcionales al PBI/cap. Algunos países le toman más atención al tema mientras que otros lo dejan de lado.

Para tener una idea más precisa de la situación, se graficará a continuación la relación entre PBI/cap e inversión en los países materia de estudio. En este caso se cruzará la inversión anual en I+D/cap en US\$ PPA efectuada entre los años 2001 y 2003 (fechas más cercanas con información suficiente), contrastándola con el correspondiente PBI/cap anual promedio para el período 2001-2005.

Gráfico 32
La curva de la necesidad
Inversión en I+D/cap (promedio anual 2001-2003) vs.
PBI/cap (promedio anual 2001-2005)



Al efectuar una regresión simple se encuentra una relación potencial que caracteriza bastante bien la relación y ante ello aparece una inquietud: Si es cierto que invertir en I+D+I implica generar conocimiento y riqueza, aquellos países que están debajo de la curva ¿no son países que están actuando erradamente?

En el caso de los países pobres, que son los países más necesitados de progresar, ¿no son países sin futuro?, ¿no merecerán acaso el calificativo de países necios?

En el capítulo 7 se tratará con más detalle este tema.

Capítulo 6

¿QUÉ SALIDAS TIENEN LOS PAÍSES HOSTILES O INDIFERENTES A LA INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN?

CUANDO HABLAMOS DE PAÍSES, nos referimos a un conjunto de instituciones y personas. Un país, obviamente, no es solamente su gobierno. En consecuencia, el índice de necesidad no solamente califica a los actores políticos en el poder, sino también a todos aquellos que, teniendo el conocimiento y la oportunidad, se despreocupan por el desarrollo educativo, tecnológico y científico.

Este capítulo está dedicado a poner en discusión la posibilidad de que los actores privados puedan organizarse para ayudar a revertir esta autodestructiva desidia. Se plantearán, por ello, algunas de las formas en las que la sociedad civil y, especialmente, las universidades podrían combatir la necesidad con ayuda de los gobiernos o sin ella.

1. La sociedad civil y sus oportunidades

1.1. ¿No hay salidas para los países necios?

En septiembre de 1987, Francisco R. Sagasti, en su introducción al libro *Conocimiento y desarrollo: ensayos sobre ciencia y tecnología*, texto que ya se ha citado, escribía lo siguiente:

Pese a la importancia que han adquirido la ciencia y la tecnología para diseñar y poner en práctica cualquier estrategia de desarrollo, en el Perú todavía no se ha tomado conciencia de esta nueva situación, o no se ha hecho nada por demostrar que se ha tomado conciencia. Para la mayoría

de los peruanos —y para los políticos y funcionarios gubernamentales en particular— la ciencia y la tecnología se ven aún como algo exótico, de largo plazo, y que no tiene nada que ver con «los urgentes problemas de las grandes mayorías». Los ensayos del presente volumen pueden considerarse como un esfuerzo por destacar esta «dimensión olvidada», cuya incorporación en las estrategias de desarrollo es condición necesaria para su puesta en práctica. (Sagasti y otros 1988: 11)

¿En qué fecha nos encontramos ahora que se está terminado este trabajo? Pues ya estamos en el año 2006 y esta advertencia ha cumplido, por lo tanto, 19 años.

¿Ha cambiado la situación a lo largo de este tiempo? A partir de las cifras que ya he mostrado, la respuesta, increíblemente, resulta siendo afirmativa. En efecto, en el año 1980, el Perú invirtió en investigación y desarrollo el 0,3% de su PBI; en el año 1999, invirtió el 0,08%; y, en el 2002, el 0,1%. Hemos cambiado para estar peor. El esfuerzo de Sagasti y sus colaboradores por destacar esa «dimensión olvidada» recibió una respuesta estadísticamente negativa: -0.2%.

En el Perú, a fines de la década del gobierno de Alberto Fujimori, algunos congresistas consiguieron que se creara la Comisión de Ciencia y Tecnología del Congreso de la República. Esta comisión tuvo tres presidentes en tres sucesivos años: el congresista Rafael Urrelo (ex rector de una universidad nacional), la congresista Edith Mellado (ex rectora de una universidad privada) y el congresista Pablo Macera (reputado historiador). Lamentablemente, y a pesar de sus esfuerzos, los congresistas mencionados poco pudieron hacer por la ciencia y la tecnología en el Perú. Al iniciarse el gobierno de Alejandro Toledo, la comisión fue transformada en una subcomisión de la Comisión de Educación, lo que es evidencia de la ceguera que aqueja a la mayoría de quienes se autodenominan 'padres de la patria'. Su interés por la ciencia y la tecnología se queda en las declaraciones altisonantes y en los discursos, pero la preocupación o su interés por el tema es nimio. Con el nuevo gobierno elegido el 2006, esta comisión ha recibido a un nuevo pariente pobre: la comisión de Juventud y Deporte ha pasado a ser otra subcomisión de la Comisión de Educación, por lo que el tema de ciencia y tecnología tendrá menos dedicación que la poca que ya tenía. Estos esfuerzos se estrellan ante la indolencia

de la mayoría de los congresistas de todos los partidos, más interesados en pleitos menores y en escándalos que poco favor le hacen a la democracia y al país que deben representar.

Entre los empresarios, la conciencia sobre el problema no ha cambiado mucho. El ingeniero José Valdez Calle, prominente hombre de empresa y uno de los fundadores de la empresa COSAPI, es, desde hace más de veinte años, un solitario promotor del desarrollo de la ciencia y la tecnología. Ha liderado la creación de la Comisión de Políticas en Ciencia y Tecnología (COMPOLCYT) en la Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas (CONFIEP). Como un moderno profeta, asiste a las reuniones empresariales portando este lema «Ciencia, tecnología y producción, más ahorro y buen comportamiento». Veamos cómo el ingeniero Valdez resume el asunto en una exposición que presentó a la CONFIEP en 1997:

El VII Congreso de CONFIEP se dedica exclusivamente a «Ciencia-TECnología-PROducción, CI-TEC-PRO, una necesidad nacional» porque estas tres palabras deben considerarse enlazadas como un todo único para poder hacer más competitivo al Perú en el futuro. Se debe aumentar el contenido de conocimiento en la producción al mismo o mayor ritmo que los países desarrollados, para revertir la tendencia negativa de los términos del intercambio comercial, a fin de asegurar una sólida prosperidad en el siglo XXI. Felizmente hay una conciencia de ello.

La producción moderna tiene un creciente contenido de conocimiento, que reduce los costos de producción y aumenta la calidad y valor de los productos; lo que mejora la rentabilidad de las empresas; las cuales tienen que competir, para beneficio del consumidor, en calidad y precio y aún así mantener su rentabilidad o salir del mercado.

Según Peter Drucker el «conocimiento ha llegado a ser el recurso por excelencia en la empresa moderna» y «el rol del gerente es ser responsable de su aplicación y rendimiento en la producción».

Tecnología es conocimiento para producir. Ella permite crear nuevos productos competitivos de creciente valor; así como proporcionar más empleo mejor remunerado. La tecnología se adquiere gratis, se compra o se genera. Hay que organizarse para ello con la participación del Estado Promotor, la Academia y la Empresa. La tecnología se sustenta en el desarrollo científico. Las empresas que generan tecnología son las que hacen mejores negocios.

Los países del Asia-Pacífico, cuyo reciente progreso asombra, basaron su desarrollo en la competitividad en el mercado abierto a base de

la aplicación tecnológica y buen comportamiento para la producción. Asignan a ello muchos recursos, que después recuperan en la venta competitiva de lo producido.

América Latina tiene bajo desarrollo económico. Además tiene 10% de la población mundial y solo ha producido en 1981 y 1991 respectivamente 1,1% y 1,4% de la producción total de trabajos científicos del mundo. Chile produjo 92,0 trabajos científicos por cada millón de habitantes, mientras que el Perú produjo 8,4; y exportó en 1994 el 25% de su PNB, mientras que el Perú exportó el 14%.

La correcta orientación económica del Perú, a partir de 1990, ha originado una formidable recuperación económica, que continuará en el corto y mediano plazo con el aumento de las inversiones en el sector de exportación de productos naturales, mineros, pesqueros, agrícolas, de hidrocarburos y turísticos; con la reestructuración de la Empresa y el Estado; y con la reconstrucción y fortalecimiento de la infraestructura, lo que posteriormente mejorará la productividad y eficiencia nacional y el volumen de exportación.

Hay que evitar la falacia de lo que se requiere a mediano y largo plazo es únicamente más de lo mismo. No hay tonelaje de materia prima bruta que compre lo que aspiran los peruanos para su bienestar. Hay que aumentar, competitivamente, el contenido nacional de la producción, logrando al mismo tiempo un mayor valor de mercado, no solo porque así se da más trabajo, sino porque ello requiere menos inversión industrial y consumo de energía, lo que facilita el progreso.

Hay que mejorar el comportamiento del equipo humano en cuanto a conocimiento destreza, ética y actitudes conocimiento para producir mejor.

Hay que insertar en la cultura peruana el lema:

CITECPRO [Ciencia, Tecnología y Producción] + Buen comportamiento = Competitividad -> Prosperidad -> Bienestar

CONFIEP ha creado el Comité de Política de Ciencia y Tecnología, para ese propósito, al que deben concurrir el Estado, la Academia y la Empresa.

El ingeniero Valdez está empeñado en conseguir adeptos a la causa de la ciencia y la tecnología en el Perú, una tarea altamente meritoria y patriótica. Lamentablemente, más allá del respeto con el que lo escuchan sus pares, la gran mayoría de los empresarios sigue en lo suyo, preocupados en sobrevivir y no en pensar en el largo plazo.

Es cierto que, en las universidades peruanas, sería raro encontrar a la persona que niegue la importancia de invertir en ciencia y tecnolo-

gía; pero, cuando uno observa sus presupuestos, ya sean estas públicas o privadas, se observa que, en la inmensa mayoría, la investigación ocupa un lugar de mínima importancia.

Las preguntas que, entonces, se suscitan son las siguientes:

- ¿qué hacer?;
- ¿acaso este trabajo, que el lector tiene entre sus manos, podrá ayudar a cambiar la situación?; y,
- dentro de 15 años, si alguien llega a revisar este trabajo, ¿verá que la investigación y el desarrollo siguen ignorados o minimizados en el país?

Por parte del gobierno, de las empresas, de las universidades o de los organismos internacionales, no hay ningún indicio que nos permita abrigar esperanza alguna. Lo mismo puede decirse con respecto a países hermanos como Ecuador y Bolivia. Los indicadores mostrados en el segundo capítulo son claros. ¿Por qué habrían de cambiar repentinamente?, ¿será que no hay salida?, ¿no es el momento de que la sociedad civil se organice?

2. El préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo para ciencia y tecnología

En el año 1994, con motivo de una visita del doctor Carlos Abeledo, ex presidente del Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el equivalente argentino de nuestro Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), se planteó la posibilidad de que el Perú, al igual que otros países medianos de Latinoamérica, solicitara un préstamo para apoyar el desarrollo de la ciencia y la tecnología. El presidente del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Enrique Iglesias, en más de una ocasión, invitó a distintos funcionarios del gobierno y a autoridades universitarias a presentar una propuesta adecuada para el país. En la primera oportunidad, se planteó solicitar unos US\$ 200 millones y las universidades se encargaron de reunir propuestas de toda índole que justificaran

el préstamo. El material fue reunido y presentado al gobierno; pero, cuando el proyecto llegó al Ministerio de Economía y Finanzas del gobierno cuyo lema era «Honradez, tecnología y trabajo», pasó a dormir el sueño de los justos. Años después y a instancias del mismo BID, la posibilidad del préstamo fue revivida, aunque ya pensándose en cantidades menores y oscilantes entre US\$ 100 y US\$ 120 millones. Lamentablemente, apareció una seria disputa entre el Ministerio de Industrias y el CONCYTEC sobre cuál organismo debía ser el encargado de los fondos y, nuevamente, para tranquilidad del Ministerio de Economía, el proyecto se detuvo.

Es increíble saber que el impulso por el proyecto se sostuvo fuera del Perú. Funcionarios del mismo BID continuaron invitando al gobierno peruano a trabajar el tema e incluso se consiguió una donación de US\$ 600.000 del gobierno japonés para financiar los estudios correspondientes.

Con el gobierno de transición del presidente Valentín Paniagua, en el 2001, se notaron algunos cambios a favor del proyecto en el Ministerio de Economía y Finanzas. Luego, en el gobierno del presidente Alejandro Toledo, se consiguió avanzar de una manera ya más seria: se contó con la consultoría de expertos en préstamos de innovación, ciencia y tecnología, y se terminó el año 2003 con una propuesta muy sólida y coherente dirigida por el consultor Jim Mullin.

El préstamo se ha reducido a un monto de US\$ 36 millones y los trámites para su aprobación llegaron a feliz término a fines del 2005. Sin embargo, el contrato correspondiente con el BID para la ejecución del préstamo se firmó recién el 19 de julio de 2006. Ahora se está a la espera de la primera convocatoria para la presentación de proyectos. Esperemos que este proceso no tome otros doce años.

3. Necesidad de una revolución en las formas de pensar y avances para la articulación de un Sistema Nacional de Innovación. ¿Dónde está la universidad?

Existe una especie de resignación frente al marasmo en el que nos encontramos como país y, por eso, considero que es necesario tratar

propuestas distintas a las que hasta ahora se han aplicado. Algo similar ocurre en Bolivia y Ecuador. Es preciso cambiar la forma de pensar de los gobernantes, de los empresarios y de los universitarios.

Las frases de Sagasti presentadas al inicio de este capítulo pueden inducir a que se trate de buscar a los culpables para señalarlos y estigmatizarlos. Sin embargo, el problema debe ser asumido por todos los peruanos en general. Tanto los dirigentes como los dirigidos estamos ciegos y ni siquiera conseguimos comunicarnos y organizarnos adecuadamente. En términos generales, no existe conciencia de la importancia del desarrollo endógeno en ciencia y tecnología. Como un ejemplo que caracteriza perfectamente a nuestro país, se presenta el siguiente extracto de la biografía de Juan Alberto Grieve, insigne inventor peruano de comienzos del siglo xx:

Entusiasmado el ingeniero por esta nueva actividad, y siendo él la más grande autoridad en motores en el Perú, decidió, en 1907, construirse un automóvil. Grieve pasaba todos sus momentos libres en su taller, ubicado en el jirón Washington 117. Allí, con la ayuda de algunos operarios inició el trabajo. A sus treinta años, joven para iniciar tamaña empresa, se convirtió en el pionero de la industria automovilística. Los coches que recorrían Lima a inicios de siglo, europeos en su mayoría, tenían entre seis y ocho caballos de fuerza (HP), ya que se pensaba que un carro de mediana potencia era lo que una ciudad necesitaba.

Pero la falta de caminos y carreteras en las afueras de la ciudad y las dificultades que eso producía a la circulación de autos es lo que llevó a Grieve a diseñar un motor de 20 HP, para vencer la falta de buenos caminos. Así su automóvil podría ser también un vehículo de turismo, que pudiera recorrer las afueras de Lima.

Todos los componentes mecánicos del automóvil fueron diseñados en el taller con planos y cálculos hechos por Grieve: motor, chasis, transmisión y diferencial. Los únicos elementos que se importaron fueron las llantas Michelin, el encendido Bosch y el carburador.

El automóvil tenía cinco asientos para paseos fuera de la ciudad, dos adelante y tres atrás. Estos últimos podían retirarse, quedando solo un coche de dos asientos.

A fines de 1908 estaba listo el primer automóvil diseñado y construido en América del Sur, que en su época fue descrito como «una joya de precisión mecánica». Su performance fue comparada con la de un Renault o un Brassiere, considerados los mejores coches a principios del siglo xx.

El costo total del automóvil fue de 300 libras, la mitad de lo que costaba un carro europeo de igual potencia. «Grieve» fue el nombre de la patente que le dio el constructor y su idea era comercializar una flota de alrededor de veinte autos.

[...] Jorge Grieve Madge contó que su padre se decidió a hablar con el presidente Leguía para, con auspicio del gobierno, construir tres vehículos para la Dirección de Correos y otros tres para la Prefectura. La respuesta que cuenta que dio el presidente fue: «nosotros necesitamos de los productos de países avanzados y no experiencias con productos peruanos». [...] Al no encontrar incentivos del gobierno, lo que pudo convertirse en una floreciente industria no prosperó. A pesar de que «Grieve», nombre con el que patentó su vehículo, había demostrado ser un potente auto de ciudad que podía circular sin problemas en caminos difíciles, y a bajo costo, muchas personas prefirieron los precios de los Ford que empezaban a llegar. Los autos americanos no eran muy apreciados en ese momento, ya que su calidad no era comparable con la de un auto europeo. (Rodríguez 2000: 31-35)

Es difícil leer esta historia sin sentir una fuerte desazón. Así como le ocurrió a Grieve, otros peruanos, ilustres y desconocidos, se han topado con dos paredes infranqueables. Por un lado, un gobierno que no está interesado en «hacer experiencias con productos peruanos porque otros hacen las cosas supuestamente mejor» y, por el otro, unos consumidores que prefieren comprar productos extranjeros, incluso a pesar de que sean más costosos o de inferior calidad.

Todos somos responsables, pero el primer responsable claro y evidente es el gobierno. Es cierto que, como país, somos pobres y tenemos que manejar nuestros recursos con austeridad y cuidado. Sin embargo, vemos que Bolivia, Cuba, Costa Rica invierten bastante más que nosotros, esto nos indica que estamos manejando muy mal nuestras prioridades, en especial si ya se ha demostrado la relación directa entre inversión en I+D+I y generación de valor agregado. Es cierto que universidad y empresa participan en la responsabilidad de generar valor agregado, pero debe ser claro que el gobierno tiene la mayor capacidad para dar el primer paso, modificando las prioridades en el uso del presupuesto y generando leyes y mecanismos que faciliten la inversión privada en I+D+I.

Debido a lo anterior, es imprescindible cambiar la forma de actuar y de pensar de los peruanos y de los habitantes de países, regiones o localidades pobres respecto a la importancia de la inversión en I+D+I. Para este cambio, es necesario apuntar a la yugular del gobierno. Se debe conseguir involucrar al presidente de la República, al ministro de economía y al presidente del Congreso. Sin acciones en las que se involucre a estas tres autoridades, pasarán otros veinte años y otras personas interesadas en el tema nuevamente recogerán las frases presentadas anteriormente con respecto a ciencia y tecnología en la reunión de 1967 en Punta del Este entre los presidentes sudamericanos, y verán nuevamente con desazón los comentarios de Sagasti publicados en 1987.

Aunque escapa a las pretensiones de este libro, hay que reconocer que una gran espada de Damocles obnubila y dificulta la labor de los gobiernos a la hora de definir el presupuesto. Esta espada es la deuda externa. Son tantas las necesidades de los países en vías de desarrollo y tan fuertes las obligaciones de pago que los funcionarios del gobierno no llegan a darse cuenta de cuál es uno de sus principales aliados en la generación de riqueza. Y si queremos aliviar las culpas del gobierno, ¿acaso no deberíamos responsabilizar también a los acreedores? Si nuestros acreedores, en lugar de obligarnos a apretarnos el cinturón, orientaran los pagos de las deudas hacia el fomento de la investigación, desarrollo e innovación, ¿no tendrían más oportunidades de recuperar sus préstamos?

Otro punto que merece mayor atención es el de los recursos financieros. En el tercer capítulo, he mostrado que la rentabilidad de invertir en I+D+I bordea el 30% anual. ¿Por qué nuestros bancos no apuestan por este tipo de inversiones?; ¿por qué las administradoras de fondos de pensiones, con más de ocho mil millones de dólares acumulados,¹ cuyos intereses son de largo plazo, no se dedican al fomento de programas de I+D+I?

Ante tanto desconcierto y viendo que los encargados de tomar decisiones políticas y financieras se aferran a prácticas convencionales

¹ Véase Asociación de AFP 2005.

que no aportan ninguna solución, la conclusión a la que se llega es que es imprescindible una revolución si se desea revertir este marasmo. La palabra 'revolución' puede asustar. Para muchos, connota guerra, muerte y desorden; pero no, no hay que confundirse. Propongo una revolución pacífica. Propongo la generación de un cambio profundo en los modos de actuar y de utilizar nuestros recursos.

Una revolución consiste en el cambio radical de las instituciones de gobierno o en el violento desalojo de quienes estén a cargo del poder. Las revoluciones pueden presentarse de distintas maneras, ya sea de forma violenta o pacífica; pueden ser de orden social o cultural. En este trabajo, se propone una revolución mental, una revolución en la forma de definir las prioridades en los países necios, en los países sin futuro, como es el caso del Perú. Para poder iniciar una revolución como la que se propondrá en el capítulo final y para poder conducirla a buen puerto, existen, hoy en día, poderosas herramientas que, hasta ahora, no han sido utilizadas. Estas herramientas provienen de otra revolución, la revolución postindustrial en la que estamos inmersos, la revolución que ha originado la era de la información. A aquellos que se asusten ante el término, les preguntaría por qué tenerle miedo a la palabra 'revolución' si, en realidad, ya estamos inmersos en una revolución mundial.

Una de las principales herramientas para iniciar una revolución que cambie la forma de pensar de los peruanos sería el buen uso de la inteligencia colectiva, concepto que se presenta a continuación y que, como se verá más adelante, puede hacer participar activamente a las universidades en el desarrollo de su localidad, región o país.

4. La inteligencia colectiva

Distintos teóricos, entre los que destaca Douglas Engelbart, caracterizan a la inteligencia colectiva como aquello que supera al pensamiento individual o al de un grupo particular y que resulta de facilitar, a un relativamente elevado número de personas, la manera de cooperar en un proceso con la finalidad de realizar acciones más adecuadas y confiables (Wikipedia 2006). Según Pierre Lévy, la inteligencia

colectiva es «la puesta en común de las capacidades mentales, de la imaginación, de las competencias que permiten a los individuos colaborar, trabajar y aprender juntos» (2001a).

George Pór (1999) invita a que cualquiera que sea miembro de una organización se pregunte si esta es una colección de inteligencias individuales o si la organización posee una inteligencia colectiva. Según Pór, las organizaciones que sobrevivan y tengan éxito en esta época de cambios acelerados serán aquellos organismos sociales con una inteligencia colectiva que los guíe en medio de la turbulencia y las transformaciones.

De acuerdo con Pór, la forma en la que una organización pueda desarrollar una inteligencia colectiva es similar a la de un organismo biológico: desarrollando y utilizando un sistema nervioso. Este sistema nervioso debe:

- facilitar el flujo y el intercambio de información entre los subsistemas del organismo y el ambiente y otros agentes que lo rodeen;
- coordinar, efectivamente, el funcionamiento armónico de los subsistemas y de todo el organismo;
- almacenar, organizar y recuperar la información según sea requerida por el organismo; y
- guiar y apoyar el desarrollo de nuevas competencias y conductas adecuadas.

De manera resumida, y siguiendo a Pór (1999), las funciones facilitadoras del funcionamiento del sistema nervioso deben ser:

- comunicación,
- coordinación,
- memoria y gestión del conocimiento, y
- aprendizaje.

A su vez, el pensador francés Lévy propone que existe una relación directa entre inteligencia colectiva y la «economía de la información» (2001b). Lévy hace notar que, aunque actualmente se siguen

vendiendo mercancías tangibles, ahora las mercancías más valiosas son aquellas producidas a partir de ideas. Como en el mundo actual se paga por derechos de autor, por propiedad intelectual, por diseños y estilos estéticos, por mercadeo, publicidad, comunicación y otros intangibles, la materia que se comercializa está cargada de información. Esta economía de la información, según Lévy (2001b), está sustentada por un triángulo creador basado en tres tipos de signos:

- la idea,
- la información y
- la moneda

Estos tres signos se retroalimentan entre sí. La moneda atrae las buenas ideas y la información útil, y estas permiten su crecimiento. Las ideas sin información, sin conocimiento acumulado, no pueden manifestarse, y la moneda no tiene valor sin ideas ni información.

Lévy hace notar que la inteligencia es *semios*, es decir, la producción de signos a partir de signos. De esta manera, los tres tipos de signos mencionados —la idea, la información y la moneda—, al ser signos, son una manifestación de lo que denominamos inteligencia colectiva. En consecuencia, Lévy deduce que la economía de la información es la medida colectiva o social de la inteligencia. Para Lévy, la inteligencia existe solo en la circulación continua entre la memoria, la percepción y la acción. La idea representa la memoria de la inteligencia colectiva, la información representa su percepción y el dinero es el motor que permite la acción.

De acuerdo con Engelbart, Pór y Lévy, podemos notar que la inteligencia colectiva se potencia inmensamente con la aparición de redes y con el desarrollo de Internet. Si existe, entonces, una inteligencia que antes no había sido visible y si esta inteligencia se encuentra tan íntimamente relacionada con una de las manifestaciones más importantes de la economía del mundo actual, ¿por qué no descubrir cómo aprovecharla para generar la revolución propuesta en el acápite anterior? Como debe ser claro, el primer paso debe ir dirigido a llamar la atención de esa inteligencia colectiva con la finalidad de que se descubra a sí misma para que, reconociendo su existencia, se dé

cuenta de su potencial y, en consecuencia, promueva, de manera efectiva, la inversión en investigación, desarrollo e innovación.

Surge, entonces, la siguiente pregunta: ¿cómo conseguir esa toma de conciencia? Una alternativa razonable será trabajar en la creación de redes en las que participen aquellas personas que estén de acuerdo con un asunto de interés común y que deseen contribuir a darle la mejor forma posible.

5. Generación de una red

Según el *Informe sobre el Desarrollo Humano 2001*, «La nueva era está dando lugar a redes mundiales en muchas esferas de actividad. Cuando esas redes alcanzan una masa crítica de miembros e interacciones, se convierten en una nueva e importante fuerza que determina el derrotero y la difusión de la tecnología» (PNUD 2001: 33). ¿Pero qué es una red?, ¿qué se quiere decir cuando se propone la creación de una red? Veamos, primeramente, algunas definiciones.

5.1 Definición de ‘red’

Revisando el diccionario de Ramón García-Pelayo y Gross, encontramos las siguientes definiciones de ‘red’:

- aparejo que sirve para cazar o pescar;
- tejido de mallas;
- ardid, trampa;
- conjunto de líneas de ferrocarril, telegráficas, etc.;
- conjunto de cosas que obran en pro o en contra de un intento: ‘red de espionaje’;
- serie de calles afluentes a un mismo punto;
- organización con diferentes ramificaciones enlazadas entre sí;
- trama de los vasos sanguíneos o de los nervios;
- en informática, sistema de ordenadores alejados geográficamente unos de otros, pero conectados permanentemente entre sí por medio de la telecomunicación; y
- conjunto de poblaciones unidas por razones económicas (García-Pelayo y Gross 1972, s. v. red).

Varias de las definiciones arriba mostradas son utilizables para la red que se propone crear. Sus miembros pueden ser personas naturales o pueden ser organizaciones o instituciones. El objetivo final debe apuntar a la construcción de un mundo con una mejor calidad de vida para sus integrantes, y esta mejor calidad de vida no debe procurarse a costa de otros seres vivos ni a costa del deterioro del ambiente.

Las redes han existido desde que el ser humano comenzó a agruparse alrededor de objetivos y reglas comunes. Una monarquía, una república, un cacicazgo y una empresa son sistemas o subsistemas sostenidos por una red de relaciones, de acuerdos, de coerciones o de intereses explícitos e implícitos.

Cuando en el sistema o subsistema hay desacuerdos alrededor de los intereses comunes, se forman redes que agrupan, por un lado, a las personas interesadas en mantener el statu quo y, por otro, a los interesados en subvertirlo. Napoleón, siendo ya emperador, formó una red de monarquías afines, monarquías dirigidas por sus parientes y por sus generales más cercanos. La Santa Alianza opuso a Napoleón una red de monarcas derrocados, de monarcas en peligro y de todos los grupos con intereses afines a las viejas monarquías. La independencia de la mayoría de los países sudamericanos fue generada desde una red internacional formada por la masonería.

En conclusión, la característica más importante que debe existir al formar una red como la que se plantea en este trabajo es conseguir reunir a las personas y a los grupos alrededor de un objetivo común: que estén de acuerdo en que la inversión en investigación, desarrollo e innovación en ciencia y tecnología es el mejor mecanismo para la consecución de una sociedad mejor y más próspera. Esta red puede apoyarse en las herramientas que brinda la tecnología, en particular la informática, con el fin de desarrollar una inteligencia colectiva que permita desarrollar cada vez mejores propuestas, y que permita su crecimiento y desarrollo por efecto de las obras de sus integrantes.

5.2. Las redes ciudadanas

El primer trabajo que se debe realizar consiste en congrega a las personas interesadas en trabajar para que el I+D+I en la ciencia y la

tecnología sea un mecanismo que eleve el nivel de vida de los peruanos y de países en similar condición, y, así, construir países en los que se pueda vivir con dignidad y sano orgullo.

Estas personas existen y se manifiestan, actualmente, de manera desorganizada y de distintos modos. Normalmente, sobre lo que más se discute cuando estas personas se reúnen es acerca del pobre nivel de la ciencia y la tecnología en el país. Sin embargo, para no caer en la lástima, en la autocompasión y en la queja permanente e inútil, la primera obligación es organizarse. Para ello, el mecanismo adecuado a los tiempos actuales es el establecimiento de un sistema de redes.

¿Aquellos interesados en la investigación, desarrollo e innovación en países como el Perú seremos capaces de organizarnos? Más adelante, mostraré algunas pistas de cómo hacerlo, pero antes trataré el tema de las redes ciudadanas. Empezaré con unas reflexiones de Manuel Sanromà acerca de la revolución generada por el advenimiento de la era de la información: «Estamos sometidos a un bombardeo de predicciones, a menudo optimistas, sobre el tipo de sociedad al que nos lleva esta revolución, olvidando que una de las grandes novedades de la misma es la posibilidad de que las personas y sus asociaciones sean protagonistas y no meros espectadores de estos cambios. Ante la “tendencia” a la adivinación del futuro cabe también la posibilidad de definirlo y construirlo» (Sanromà 1999). Precisamente, Sanromà es uno de los promotores e ideólogos de lo que se denomina redes ciudadanas o *community networks*, que son una excelente referencia sobre qué hacer en lo que respecta a los temas de este libro.

Haremos una breve historia sobre las redes ciudadanas. Estas se inician en 1978, cuando Ward Christensen y Randy Suess crearon un software y un hardware que permitían que dos computadoras personales intercambiaran información a través de la línea telefónica. Este sistema, que en principio estaba destinado a intercambiar software y mensajes, se convirtió rápidamente en lo que se denominó *Bulletin Board System* (BBS), un sistema que, en ciertos lugares, fue utilizado para tratar temas de interés común de una ciudad o de una comunidad.

En 1984, el doctor Tom Grundner, de la Case Western Reserve University de Cleveland, Ohio (Estados Unidos), utilizando una computadora personal marca Apple y una línea telefónica, creó una BBS

para atender consultas. El éxito del servicio ofrecido por Grundner dio origen, en 1986, a la Cleveland Free Net, que puede ser considerada la primera red ciudadana y que, hoy en día, sigue activa y cuenta con más de cien mil usuarios. Sanromá hace notar que los vínculos de la Free Net de Cleveland con la Universidad de Cleveland fueron clave para que este desarrollo encajara posteriormente con su traslado y adaptación a Internet, lo que no sucedió con otras iniciativas similares que no contaban con el apoyo de alguna universidad (Sanromá 1999).

Durante la década de 1980, hubo un crecimiento intenso de redes similares, la mayoría de ellas denominadas 'freenets'. Así, como consecuencia natural, en 1989, las *freenets* se asociaron en lo que denominaron la National Public Telecomputing Network (NPTN), que, posteriormente, se convertiría en la más amplia y universal Organization for Community Networks (OFCN).

En la década de 1990, el ejemplo fue seguido en Europa. Las iniciativas partieron ya del uso de Internet y las primeras redes tuvieron su nacimiento en Holanda, con la Ciudad Digital (*Digitale Stad*), y, luego, en Italia, con la Red Cívica de Milán (RCM) y la Internet Per Bologna e l'Emilia-Romagna (IPERBOLE). Actualmente, las redes ciudadanas europeas se coordinan entre sí en la European Association for Community Network (EACN).

Todavía no es posible dar una definición explícita de lo que es una red ciudadana. Incluso, el término mismo varía según el lugar. Aún se utilizan términos como 'telecentros', 'freenets' o 'ciudades digitales'. Sin embargo, en todos los casos, lo común es que se trata de iniciativas que utilizan la tecnología digital para mejorar la comunicación entre las personas.

Según Joan Mayans i Planells y Aida Sánchez de Serdio (2003):

[...] las redes ciudadanas suelen definirse como una red telemática en la que el acento se pone, por un lado, en la comunicación, la cooperación, los intercambios, la organización de una comunidad local y, por otro, en el acceso a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a todos los ciudadanos y ciudadanas. Lo que se enfatiza es la posibilidad de facilitar a un colectivo, de límites nunca establecidos rígi-

damente, los medios para llevar a cabo sus proyectos e intercambiar la información y el conocimiento necesarios para ello.

A su vez, Sanromà añade algunos conceptos interesantes sobre las redes ciudadanas:

Seguramente no hay dos redes ciudadanas iguales, en cuanto a su implantación, desarrollo u objetivos. Como hemos visto, las iniciativas para la creación de redes ciudadanas nacen normalmente ligadas a una Universidad, a una Administración (normalmente ayuntamiento) o a una Asociación de activistas sociales. En el fondo de estas iniciativas siempre está la convicción de que las nuevas tecnologías pueden jugar un papel importante en el desarrollo de comunidades o colectivos con referencias comunes, sean estas geográficas, culturales, lingüísticas, sociales, etc. Así pues es posible establecer una definición de red ciudadana como común denominador de las iniciativas que históricamente se han venido desarrollando en las dos últimas décadas. Este núcleo común consistiría en un entorno telemático cuyo objetivo es promover y favorecer la comunicación, la cooperación y el desarrollo de servicios entre los ciudadanos, asociaciones, empresas y administraciones que constituyen una comunidad local (entendida esta en sentido amplio). Al mismo tiempo la red ciudadana pretende abrir la comunidad local y a sus miembros a la comunicación a través de la Red. (Sanromà 1999)

A pesar de que los anteriores comentarios de Sanromà fueron escritos en 1999, sus ideas siguen siendo válidas hoy en día, lo mismo que las características comunes que encuentra en las redes ciudadanas y que son:

- Un reconocimiento de unos derechos básicos a la información y la comunicación para todos los ciudadanos. La red ciudadana garantiza estos derechos que van desde el acceso a informaciones locales hasta el acceso completo a Internet pasando por la posibilidad de tener una dirección de correo electrónico gratuito (que al estar ligada a la red ciudadana le confiere a esta dirección una referencia local).
- El establecimiento de fórums de discusión de interés para la comunidad a la que sirve; estos fórums están a veces organizados y/o moderados por voluntarios.

- El fomento de la participación de los ciudadanos en la organización y gestión de la Red; en muchas ocasiones las redes ciudadanas se sostienen en gran medida sobre el trabajo y la colaboración voluntaria.
- Promover la facilidad de uso: la tecnología no es un fin, sino un medio.
- Relaciones con la administración local: las redes ciudadanas no son simples entidades virtuales sino que por el mismo hecho de sus raíces geográficas en sociedades democráticas, reconocen las entidades tradicionales de gestión social como privilegiados interlocutores y actores en la vida local. (Sanromà 1999)

Adicionalmente, Sanromà, basándose en experiencias desarrolladas en Seattle, Washington (Estados Unidos), muestra cinco compromisos básicos que pueden ser aceptados por los miembros de cualquier red ciudadana y que son:

- Compromiso de acceso: se entiende la red ciudadana como un servicio público y, por tanto, un derecho de todos los ciudadanos.
- Compromiso de servicio: los servicios proporcionados por una red ciudadana deben tener una calidad comparable a otros servicios proporcionados por entidades privadas.
- Compromiso de democracia: una red ciudadana no debe estar ligada a una opción política o a una visión social concreta y debe fomentar la libre participación de todos los ciudadanos.
- Compromiso de globalidad: el énfasis de las redes ciudadanas en los servicios y en los contenidos locales no les hace olvidar su inclusión en una realidad nacional e internacional. Una constante de las iniciativas ligadas a las redes ciudadanas es la coordinación inmediata desde su nacimiento con otras iniciativas similares en su región, en su país y a nivel internacional. En este sentido es también una constante el espíritu de *copyfree* (libertad e incluso promoción de la copia de experiencias) frente a un copyright que nunca pretenden detentar.
- Compromiso de futuro: si bien en ocasiones las redes ciudadanas nacen como experimentos, su objetivo es la sostenibilidad del modelo, la adaptación a las nuevas tecnologías que puedan ir surgiendo e implantándose y el espíritu de evolucionar manteniendo siempre el objetivo básico con el que nacen. (Sanromà 1999)

El tema de la sostenibilidad pasa a primer plano, ya que si no es sostenible, la red desaparece o llega a un público limitado y pierde su razón de ser. Ante ello, Sanromà afirma:

Para esta sostenibilidad es absolutamente vital profundizar en la coordinación de las diferentes experiencias, lo cual como ya hemos visto es habitual en la actividad de las redes ciudadanas y de la propia vida en la Red. Las nuevas tecnologías permiten incluso compartir recursos y las redes ciudadanas deben explorar estas posibilidades para asegurar su supervivencia en un entorno cambiante sometido a la misma revolución que ha originado su nacimiento. (Sanromà 1999)

A estas alturas, el lector de un país en vías de desarrollo podría preguntarse cuántas redes ciudadanas que conozca le son útiles o de cuántas participa. También puede dudar acerca de la pertinencia del tema en su localidad, región o país, y pensar que las redes ciudadanas deben ser un asunto más propio de países avanzados que de países de escasos recursos. Podría pensar que las redes ciudadanas basadas en el uso de Internet no tienen mucho futuro. El lector de un país en vías de desarrollo puede también tener un mayor grado de desconfianza ante la dulzura, ecumenismo y aparente excelencia y potencia de las redes ciudadanas. Si esto es tan claro y evidente, podría preguntarse por qué no me sirven a mí y a mi entorno. Mayans i Planells y Sánchez de Serdio (2003) advierten:

El vocabulario propio de determinadas instancias políticas y administrativas nos sitúa, de hecho, en un discurso donde la llamada Sociedad del Conocimiento está llegando sola, por sí misma, sin más ayuda que la de las empresas que fabrican nuevas máquinas y la de los gobiernos que compran algunas de estas máquinas, las ponen a disposición del pueblo y titulan tal gesta con rimbombantes y atractivos nombres tan electorales como vacíos. Estos discursos, plagados de términos como sinergia, flexibilidad, gestión, conectividad, flujos o nodos, constituyen una eficaz herramienta discursiva del nuevo capitalismo transnacional, que precisa de regímenes de acumulación flexibles, teletrabajadores desterritorializados y desmovilizados políticamente y consumidores individualizados, «customizados» y también móviles. El capitalismo ya es en red y se vale de ella, que ahora ya no es algo ajeno sino su propia estructura, para desarrollar sus dinámicas. Creemos que contra esta retórica de la

eficacia y de las sinergias mágicas debemos oponer una repolitización consciente de la producción intelectual y una revitalización de la acción ciudadana autónoma. Y para ello las redes son, también, nuestra herramienta más eficaz.

Queda claro que las redes de información y comunicación existen y son útiles para los intereses de muchos grupos poderosos. Estos grupos, organizaciones, instituciones y empresas las utilizan, según el caso, para bien o para mal. Las mismas herramientas están a disposición de la sociedad. ¿Por qué no usar esas herramientas en beneficio de la sociedad?

Arthur Serra, por otro lado, hace notar que el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha generado nuevas empresas, las cuales han generado una «nueva economía». Esas empresas de los países desarrollados están basadas en la innovación. En ellas se encuentra una muy intensa relación con las universidades a través de la investigación; una importante dedicación a la investigación dentro de la misma empresa; una estructura flexible y globalizada con una organización transnacional, con redes locales, nacionales y mundiales; y una administración más orientada al emprendimiento que al control burocrático. Según Serra (2000):

La hipótesis que sostenemos es que el mismo fenómeno se está produciendo en el resto de estructuras sociales. El proceso no se detiene en la denominada «nueva economía». A diferencia de los antiguos modelos de industrialización, la tecnología industrial tiene un efecto directo en el conjunto de la sociedad. Ello produce también el nacimiento de nuevas sociedades de la era Internet.

Serra propone que las redes ciudadanas formen parte de una nueva manera de asociarse en las sociedades contemporáneas y que, de «la sociedad de la red», hay que pasar a pensar ahora en «la sociedad en red» (Serra 2000). Las redes ciudadanas son, entonces, un nuevo tipo de asociación que se relaciona con la era digital.

En muchos casos, las redes ciudadanas comienzan cuando se da un servicio informático de acceso libre a los ciudadanos. Este servicio lo da un municipio o alguna organización sin fines de lucro. Posterior-

mente, el servicio genera una entidad jurídica, como ha sucedido en numerosas ciudades europeas. Es decir, los usuarios del servicio acaban tomando conciencia de ser un nuevo tipo de asociación. La siguiente fase debería sobrevenir cuando los usuarios, con conciencia propia, se den cuenta de que pueden tomar la dirección y liderar distintos aspectos de la vida en «la nueva sociedad» (consecuencia de «la nueva economía»). En palabras de Serra (2000): «Se podría afirmar que la sociedad de la información es un proceso algo más complejo que simplemente el “uso de las nuevas tecnologías por la sociedad” y que comporta como factor dinamizador de primera importancia la generación de nuevas estructuras sociales que son las encargadas de introducir esas nuevas tecnologías en la sociedad tradicional».

Ello comporta que las políticas para el desarrollo de una sociedad de la información han de considerar como elemento crítico la formación de los líderes, de los nuevos emprendedores sociales que son capaces de generar esas nuevas estructuras sociales que, a su vez, renuevan el tejido asociativo tradicional. Asimismo, hacen falta nuevos programas de investigación sobre esas nuevas estructuras sociales, apenas en sus comienzos. Esos programas no pueden basarse tan solo en la observación de las redes ciudadanas existentes, sino en el diseño y desarrollo de nuevas organizaciones sociales propias de la era digital. De lo contrario, nos podemos encontrar con una abundancia de nuevas tecnologías incapaces de ser utilizadas por las estructuras sociales tradicionales: «La clave de poner la sociedad en red es la potenciación de las sociedades de la red. Ese es el caso de las redes ciudadanas» (Sanromà 1999).

La propuesta de este ensayo no pasa por proponer acceso libre de Internet a una comunidad determinada. Más bien, la comunidad a la que se apunta, como es la comunidad interesada en I+D+I en la ciencia y la tecnología, es una comunidad en la que sus integrantes ya tienen servicios de Internet y les es fácil comunicarse entre sí. Asimismo, las personas que necesitan ser convencidas, que pertenecen al gobierno, a la empresa o la academia, también son personas con facilidad para comunicarse por Internet.

Para que lo anterior suceda, es imprescindible conseguir que la comunidad interesada en el desarrollo de la ciencia y tecnología tenga

conciencia de su existencia, y que las universidades comprendan que se abre un camino muy interesante de desarrollo. ¿Cómo conseguir actuar como un organismo inteligente?; ¿acaso la Universidad no es la organización más indicada para conseguir agrupar a las comunidades interesadas en el desarrollo de la ciencia y la tecnología?

Antes de continuar y ampliar la propuesta de articulación de un sistema nacional de innovación y de cerrar el tema sobre qué son las redes ciudadanas, vale la pena incluir unas reflexiones de Sanromà, quien, a su vez, cita a Serra, sobre la necesidad de generar un nuevo conocimiento sobre las implicancias y las posibilidades de este nuevo conocimiento:

Para finalizar, déjame que les indique que la evolución de la era digital no acaba con el desarrollo de una nueva sociedad. La sociedad está movida por ideas, por conocimiento. Y la gran paradoja es que la sociedad del conocimiento aún no ha generado un nuevo conocimiento. No tenemos todavía las nuevas universidades o nuevos centros de conocimiento donde se enseñe a diseñar esas nuevas estructuras económicas y sociales. No hay ingenieros en comercio electrónico, ni doctores en redes ciudadanas. Seguimos con las clásicas disciplinas y materias de la era industrial, conservadas por el mismo tipo de institución que las vio nacer. Existe una ingeniería de telecomunicación y de informática, esto es, existe una ingeniería de las nuevas tecnologías, con sus universidades de excelencia (Serra 1992) pero la ingeniería de la nueva economía y de la nueva sociedad está por crearse. Y finalmente, está por desarrollarse una reflexión iniciada por el profesor H. Simon, sobre el nuevo mundo artificial, cultural que estamos diseñando y qué sistema de conocimiento puede servir para construirlo. (Sanromà 1999)

Frente a esta cita, conviene llamar la atención de aquel que considere que, con las redes en una era de la información, ya todo está solucionado. Esto no es así necesariamente. Muchas ilusiones se han estrellado con la realidad. Para evitar ser demasiado ingenuos, es muy útil considerar los hallazgos de Armand Mattelart. Mattelart refiere que, en el siglo XVIII, cuando Claude Chappe acababa de inventar un sistema para transmitir información a distancia mediante semáforos accionados mecánicamente (que dependía del buen tiempo, ya que era un sistema de señales ópticas), Alexander Vandermonde afirmó que:

«Se ha dicho algo en relación con el telégrafo que me parece infinitamente justo y que pone de manifiesto toda su importancia: es que el fondo de este invento puede bastar para hacer posible el establecimiento de la democracia de un gran pueblo» (Mattelart 2002: 32-33).

Mattelart, luego, concluye:

Con cada generación técnica se reavivará el discurso salvífico sobre la promesa de concordia universal, justicia social y prosperidad general. Cada vez, también, se comprobará la amnesia respecto de la tecnología anterior. Del telégrafo óptico, al cable submarino, del teléfono a Internet, pasando por la radiotelevisión, todos estos medios, destinados a trascender la trama espacio-temporal del tejido social, reconducirán al mito del reencuentro con el ágora de las ciudades del Ática. (2002: 32-33)

Asimismo, afirma que: «Ni la diferencia, a menudo radical, de las condiciones históricas de su implantación institucional, ni los flagrantes incumplimientos de las promesas, conseguirán que tropiece este imaginario técnico de naturaleza milenarista» (2002: 33).

Debe entenderse, entonces, que hay que estar en guardia, hay que estar vacunados contra las falsas expectativas y no hay que creer que los problemas del mundo ya están solucionados, y que, por lo tanto, nos basta con esperar sentados en la puerta de la casa a que la dicha y la felicidad nos lleguen como un regalo celestial.

6. El Sistema Nacional de Innovación

En el Perú, la parte principal del cerebro que ha de poner en marcha las iniciativas se encuentra en el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). Este organismo debería ser el gran concertador, coordinador, promotor y facilitador del sistema, que ayude a que el gobierno, la empresa y la academia interactúen y contribuyan a generar riqueza que beneficie al país. A esto, lo denominaría un Sistema Nacional de Innovación.

Sin embargo, el CONCYTEC es una de las muchas instituciones gubernamentales que recibe el trato de una cenicienta. Durante toda la década de 1990 y hasta el presente, su presupuesto anual ha oscilado

entre los dos y cuatro millones de dólares. La cifra es abrumadoramente ridícula. Basta realizar un pequeño cálculo para entenderlo mejor: si descontamos los gastos de funcionamiento de la burocracia interna y de mantenimiento de programas internacionales (que bordean el millón de dólares), y si imaginamos que se desea repartir ese fondo entre más de ochenta universidades, podremos ver con estupor que, a cada universidad, podrían tocarle unos treinta a cincuenta mil dólares. Si cada universidad tiene un promedio de cinco facultades, a cada facultad, a su vez, podrían tocarle unos diez mil dólares al año. Es evidente que muy pocas becas de estudios y muy pocos proyectos de investigación pueden apoyarse con tan magros fondos. Evidentemente, es imposible pensar en repartir los recursos de manera alícuota. Hay que establecer prioridades y, por tanto, el CONCYTEC, en las condiciones actuales, carece de los recursos elementales para financiar proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

A pesar de lo anteriormente dicho, debo hacer notar que la mayoría de las personas ligadas a la ciencia y la tecnología en el país reconocen al CONCYTEC como el organismo rector. Esta es una ventaja fundamental para considerarlo como la parte principal del cerebro de un Sistema Nacional de Innovación.

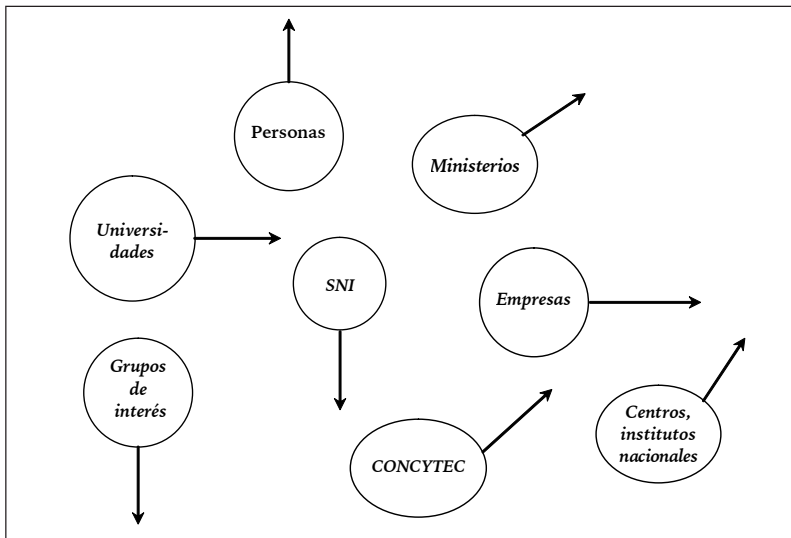
Nótese bien que se ha hablado del CONCYTEC como «la parte principal del cerebro» y no se ha dicho que sea «el cerebro» del sistema; la razón es simple: la inteligencia de este sistema no está ubicada en un único lugar. La inteligencia de un Sistema Nacional de Innovación está repartida en las universidades, los ministerios, las empresas, los institutos tecnológicos, los inventores, los científicos, los institutos de investigación y todas las organizaciones afines.

El organizar una revolución que permita darle vida y movimiento a un Sistema Nacional de Innovación difícilmente surgirá de un organismo tan maltratado como el CONCYTEC. La figura, evidentemente, no es la de un CONCYTEC que defina las políticas de investigación, desarrollo e innovación, y que las demás partes del sistema obedezcan y actúen sin dudas ni murmuraciones. Los distintos grupos de investigación se deben interrelacionar formando redes ciudadanas que compartan sus descubrimientos y se articulen dentro de sus organizaciones. El CONCYTEC debe ser el gran concertador, comunicador y

articulador que, sobre la base de los avances y en un proceso de aprendizaje continuo, defina las reglas de juego en función de los intereses comunes con el fin de que, así, vaya asentando su papel rector y promotor.

La situación del Sistema Nacional de Innovación del Perú la podemos graficar de la siguiente manera:

Figura 1. Situación actual: cada músico toca por su cuenta



Es decir, el sistema nacional no coordina. Ante ello, Mullin (2002) propone lo siguiente:

Para los fines del análisis, un sistema nacional de innovación puede ser considerado como un conjunto de instituciones, organizaciones y políticas en funcionamiento que interactúan constructivamente en busca de un conjunto de objetivos y logros sociales y económicos comunes y que utilizan la introducción de innovaciones como promotor fundamental del cambio.

Por lo tanto, los siguientes pueden considerarse los cuatro intereses claves de cualquier país:

- garantizar que exista un conjunto de institutos, organizaciones y políticas que hagan efectivas las distintas funciones de un sistema nacional de innovación;
- garantizar que exista un conjunto de interacciones constructivas entre estos institutos, organizaciones y políticas;
- garantizar que exista un conjunto de objetivos y logros acordados en consonancia con una visión articulada del futuro buscado; y
- garantizar que exista un ambiente político destinado a promover la innovación.

Los elementos de un sistema nacional de innovación —individuos, organizaciones y políticas— pueden encontrarse en la mayoría de los países. Lo que diferencia un sistema nacional de innovación que tiene éxito de otro que no lo tiene es su capacidad para promover interacciones constructivas entre estos diferentes elementos para superar modelos anteriores carentes de coherencia, con una profunda fragmentación de esfuerzos y, a menudo, enormes desequilibrios en el acceso a los recursos. A su vez, esta capacidad debe surgir de las mentes decididas de individuos y organizaciones del sistema —no es algo que pueda crearse por decreto—.

Tres razones principales apoyan la utilidad del concepto de un «sistema nacional de innovación» como marco básico para el análisis de políticas:

1. Da la oportunidad de examinar medios para promover la coherencia y la integración entre actividades nacionales;
2. Ofrece una forma de determinar lo que hay que hacer, sin ligar automáticamente las funciones necesarias con una institución u organización en especial que exista en la actualidad; y
3. Centra la atención en la «innovación» —en hacer cosas nuevas de maneras nuevas— y no simplemente en la producción de conocimientos.

Luego de estas largas disquisiciones, que espero no hayan cansado al lector, voy a tratar acerca de la necesidad de un cuerpo estratégico y que, me temo, no ha sido resuelto ni puede serlo por ninguna ley.

Para organizar un cuerpo estratégico que funcione adecuadamente, se necesita convocar a los pocos expertos en el tema. El *think tank* que sería este cuerpo estratégico no tiene por qué ser nombrado por ninguna autoridad. Basta congregar a las personas con conocimientos en I+D+I y con interés en dedicar su tiempo a preparar una propuesta nacional. La mayor fortaleza de este cuerpo estratégico deberá

radicar en la buena calidad de sus propuestas y en conseguir que se formen consensos entre los sectores involucrados. Las referencias peruanas más cercanas a lo que permitiría armar un cuerpo estratégico ya existen. Se pueden mostrar tres casos relacionados con las redes ciudadanas.

6.1. Caso 1: Ciudadanos al día (CAD)

Se trata de una organización que promueve el debate sobre temas de interés nacional y que brinda un espacio en la web para que cualquier interesado pueda manifestar públicamente sus opiniones y colaborar con las mejoras del tema en cuestión. Según su declaración:

Ciudadanos al Día es una organización privada sin fines de lucro integrada por un grupo de profesionales de diversas disciplinas con experiencia en la administración pública. Nace con la finalidad de generar incentivos y nuevas herramientas que procuren mejorar la calidad de la gestión pública a través de la transparencia informativa, la participación y vigilancia ciudadana, y la prestación de servicios orientados al ciudadano. Ciudadanos al Día busca también promover consensos ciudadanos en aquellos temas donde concurren diversas visiones acerca de la solución de los problemas más importantes del país.

En tal sentido, promoveremos la discusión de temas vinculados a la transparencia económica y fiscal, la participación ciudadana en la gestión y uso de los recursos públicos; asimismo, llevaremos a cabo debates y foros de políticas públicas, con un uso intensivo de las modernas tecnologías de la información y comunicación.

La difusión de información por parte de Ciudadanos al Día tendrá siempre un enfoque ciudadano, es decir, será desarrollada pensando en que su comprensión debe estar al alcance de la mayoría de personas. (CAD 2005)

Es recomendable revisar la página web de CAD y visitar sus foros. Los foros CAD proponen: «Lograr que las diferencias y la confrontación de ideas generen las alternativas de solución para los problemas que se afronten». Para lograrlo, su misión es: «Facilitar el intercambio de ideas que canalice adecuadamente las posiciones antagónicas para lograr avances y acuerdos mínimos». Los foros concluyen con los *Informes CAD*, que: «[...] son entregas permanentes referidos a

temas que transparentan el uso de los recursos públicos en diversos sectores del Estado. Son elaborados con una presentación pedagógica, que facilite al ciudadano entender cómo opera el Estado para captar y gastar los recursos públicos y lo ayuden a supervisar su accionar» (CAD 2005).

Un ejemplo de los informes que se preparan es el siguiente:

InformeCAD N.º 31: «El Canon Minero en el Perú». El presente informeCAD «El Canon Minero en el Perú» evalúa la situación actual de este mecanismo que fue creado para compensar a las zonas del país con ingresos derivados de la explotación de estos recursos naturales. Una de las principales conclusiones es que el sistema tiene en su aplicación serios problemas de tipo legal, administrativo, de gestión y de capacidad institucional a nivel de regiones y municipios provinciales y distritales. Por un lado, el Estado no calcula bien el canon a distribuir ni tiene los sistemas de información necesarios que le permitan saber en qué se gastan los recursos; por otro lado, los municipios y las regiones no cuentan con los mecanismos institucionales necesarios para garantizar que el 100% de los recursos se destinen a gasto de inversión productiva en beneficio de su población [...]. (CAD 2005)

Sería ideal que, aunque no se refiere a la transparencia económica y fiscal, el Sistema Nacional de Innovación pase a ser un tema de interés de CAD y sea incluido en su agenda. En todo caso, y si esto escapara a los intereses de la organización, el mismo CONCYTEC o cualquier otra institución puede tomar la iniciativa de organizar un foro equivalente sobre el Sistema Nacional de Innovación.

6.2. Caso 2: La Red Mundial de Científicos Peruanos

La Red Mundial de Científicos Peruanos, más conocida como RMCP, fue creada por iniciativa del doctor Miguel Ascón, científico peruano residente en Estados Unidos, pero que, a pesar de la distancia, no ha perdido su interés por contribuir con el desarrollo del Perú. En las propias palabras del doctor Ascón (2002):

La RMCP es la institución que agrupa a los científicos peruanos de todas las especialidades como física, matemática, química, biología, microbiología, medicina, ingeniería, computación, robótica, economía, sociología,

antropología, etc., residentes en el extranjero y en el Perú y que se sienten identificados con la problemática científica y tecnológica del Perú.

El objetivo de la RMCP es trabajar por la construcción de una infraestructura institucional moderna y de la más alta calidad para la ciencia y tecnología en el Perú. Apoyar la instauración de una política efectiva de desarrollo científico y tecnológico que incluya la formación y la repatriación de los recursos humanos necesarios así como el establecimiento de Centros de Excelencia en las áreas declaradas como estratégicas para el desarrollo de nuestro país.

Las actividades de la RMCP son colaborar en la organización y desarrollo de eventos científicos y tecnológicos como cursos, conferencias, teleconferencias, simposios, seminarios, congresos, exposiciones, becas, etc., para el Perú. El compromiso de la RMCP es iniciar una campaña de largo aliento con el fin de lograr un verdadero cambio de mentalidad hacia la ciencia de parte del gobierno. Convencerlos que la Ciencia y Tecnología constituyen un sector tan estratégico como la misma Defensa Nacional.

Esta red, posiblemente, cuenta con el mayor número de miembros del sector de ciencia y tecnología. Se proponía agrupar, en un inicio, a los científicos peruanos en el extranjero (que son más de tres mil) y a los científicos peruanos ^{que} trabajan en el Perú. La red fue planteada de una manera muy interesante proponiendo temas estratégicos y colocando a responsables por tema. Sin embargo, hasta el momento, la red más activa parece haber sido la red principal. Lamentablemente, como ya ha sucedido en otros casos similares, hubo una tendencia de muchas personas a atacarse mutuamente y en público. Es de esperar que la idea original de la RMCP se desarrolle, supere errores y pueda convertirse en un *think tank* de la ciencia y tecnología en el Perú.

6.3. Caso 3: Los Encuentros Científicos Internacionales

Desde hace unos diez años, un grupo de científicos entusiastas promovió el que, con motivo de las celebraciones navideñas y de año nuevo, se realizaran conferencias de divulgación en las que participarían los científicos peruanos residentes en el extranjero que viajaban al Perú para visitar a sus familiares. Estas conferencias, que congregan a miles de personas, se agruparon alrededor de lo que se ha denominado el Encuentro Científico Internacional (ECI), bajo el liderazgo

actual del doctor Modesto Montoya. Incluso, bajo la misma idea, pero pensando en las celebraciones patrias de julio, se ha creado el Encuentro Científico Nacional (ECN), que ha tenido similar éxito que el ECI. Gracias a estos dos encuentros, científicos peruanos que están fuera del país o repartidos por todas las provincias del Perú se reúnen, presentan avances de sus investigaciones a un público amplio y contribuyen a generar una nueva idea sobre la importancia de la ciencia y la tecnología.

7. Actividades por realizar: «la guerra de guerrillas»

Aceptando la conveniencia de un cuerpo estratégico que oriente y dirija el Sistema Nacional de Innovación, los demás actores no deben quedarse sentados esperando a que los llamen a intervenir en la pieza. El sector más académico ya tiene una idea clara de lo que quiere: apoyar y preparar lo que podríamos denominar un «ejército regular de científicos».

La propuesta supone que la masa crítica de investigadores, en la mayoría de los campos de interés del país, ha emigrado y que es inútil gastar recursos apoyando proyectos que van a ser realizados por gente poco preparada. Los escasos recursos de los que dispone el país deberán orientarse de manera preferente a un limitado número de casos a los que se les dé el mayor apoyo posible. Mientras tanto, es necesario regenerar la masa crítica de investigadores. Para ello, se deberá incentivar que los mejores estudiantes realicen estudios de maestría y de doctorado en el extranjero. Sin embargo, es necesario que, al regresar, encuentren un terreno en el que puedan desenvolverse.

Las propuestas de los extremadamente académicos también exigirán que se preparen programas especiales de apoyo al retorno de los investigadores peruanos que se encuentren en el extranjero. Estas propuestas, quizá muy simplificadas en estas pocas líneas, a mi parecer, se estrellan con la realidad. No consideran la falta de interés que existe en el Perú por apoyar a la ciencia y la tecnología. Tenemos que enfrentar un problema de cultura, de actitud de los peruanos de todo nivel frente al potencial de la ciencia y la tecnología. A mi parecer, se

equivocan también al plantear la estrategia tan solo desde el punto de vista del científico y no del desarrollo de tecnología ni de la innovación. Los doctores miran por encima del hombro a los ingenieros, los ingenieros miran por encima del hombro a los técnicos, todos miran con desprecio al comerciante, y, así, no vamos a ningún lado. El sector extremadamente académico no se percató de la necesidad de cerrar lazos con el exterior de la universidad. La investigación pura o la aplicada debe, en el corto o en el largo plazo, generar valor agregado, y ese valor agregado debe poder comercializarse en todo el mundo.

En este trabajo, en forma complementaria a la propuesta tradicional de armar ese «ejército regular de centros de investigación y de investigadores», se sugiere que es mejor armar una suerte de «guerra de guerrillas». El mejor ejemplo de «guerra de guerrillas» se presentará con más detalle en el octavo capítulo con lo que se ha denominado campaña «e-quipu», que promoverá la formación de equipos de interés propiciados, en principio, por las universidades. Esta campaña sentará las bases para incorporar a la personas motivadas, personas a las que les brillan los ojos cuando hablan de sus asuntos. Me refiero a las personas que están verdaderamente enamoradas de su tema. Los equipos de interés cuentan con especialistas de distintas disciplinas, en los que algunos son docentes y otros son alumnos o egresados. Cuentan con personas que ponen a la universidad en contacto con el mundo exterior y en donde algunos tienden a ser académicos y científicos, otros son los desarrolladores y otros los innovadores. Son grupos que necesitan pequeños recursos para iniciarse y pueden aprender con el tiempo a preparar proyectos de mayor envergadura que incluyan a las personas a las que valdrá la pena apoyar para seguir sus estudios de maestría y doctorado.

La experiencia que he tenido con estos equipos en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) me anima a pensar que estos deben ser promovidos en las demás instituciones de educación superior y que, si hay una guía y un planteamiento claro sobre cómo desarrollarse, serán los equipos los que, con sus batallas particulares, puedan contribuir a cambiar el desinterés del país por la inversión en investigación, desarrollo e innovación.

8. ¿Cómo podría relacionarse la universidad con el entorno?

Veamos, a continuación, algunas formas en las que la universidad puede relacionarse con el entorno social y que servirán como fermento para la propuesta que se presentará en el octavo capítulo.

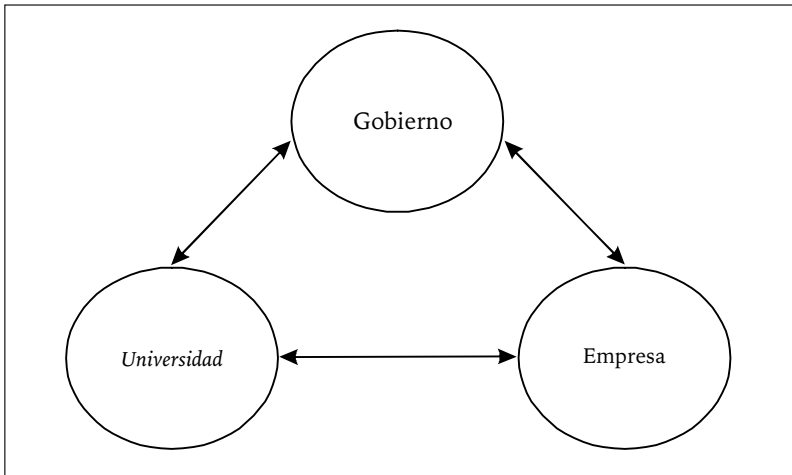
8.1. El triángulo de Jorge Sábato: antecedentes de una propuesta de relación de la universidad con el entorno social

Se ha repetido hasta la saciedad que nos encontramos camino a la era del conocimiento, y que la información y la comunicación son elementos vitales en el desarrollo de la humanidad. El *Informe sobre el Desarrollo Humano 2001*, del PNUD, era claro al respecto. Desde este punto de vista, se ha dicho ya que el papel de las universidades toma de nuevo fuerza y les brinda la oportunidad de ser actores principales en el progreso de la civilización, y, más aún, las convierte en responsables del desarrollo en los países pobres. El papel de pensar y proponer, el papel de crear y desarrollar, y el papel de ayudar a planificar se vuelve de suma importancia. Las universidades concentran grandes grupos de personas preparadas intelectualmente.

En el año 1968, Jorge Sábato y Natalio Botana presentaron, en Italia, en The World Order Conferences, la propuesta de un triángulo en el que los tres vértices debían estar relacionados entre sí para la superación del subdesarrollo en Latinoamérica. Los vértices del triángulo eran el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica (Sábato y Botana 1970: 56-71). Este triángulo fue modificado posteriormente y, actualmente, se acostumbra presentarlo tal como aparece en la figura 2.

En este triángulo, el vértice correspondiente a la universidad es aquel mediante el cual se debe generar conocimiento científico y tecnológico. Lamentablemente, en los hechos, el modelo no ha sido aplicado. En el octavo capítulo, plantearé una propuesta para activar el modelo y conseguir que funcione.

Figura 2. El triángulo de Sábato



8.2. Las relaciones internacionales

En la década de 1990 se ha producido un cambio muy fuerte en cuanto a la apertura de las universidades. Los líderes de estas instituciones se han dado cuenta de la necesidad de que sus alumnos y profesores participen en actividades de intercambio internacional, de manera que los estudiantes cuenten con una visión más amplia del mundo y puedan participar en su desarrollo.

En Europa se han creado programas como el Erasmus, que permite a los estudiantes cursar semestres fuera de sus instituciones de origen y conseguir que estos estudios sean reconocidos como parte de su plan de estudios. Asimismo, existe interés, en los países ricos, por conocer a los países en vías de desarrollo y viceversa. Hoy en día, es común que, en las universidades, se creen direcciones de relaciones internacionales, aunque es oportuno resaltar que un error frecuente es pensar en las relaciones internacionales como si se debiera tratar de relaciones intercontinentales. Muchas veces, por ello, no se explora lo suficiente la conveniencia de generar relaciones con universidades de la misma región e, incluso, del mismo país, lo que podríamos llamar una *internalización*.

Es prioritario para cualquier universidad de hoy que sus alumnos visiten otros países y tengan nuevas experiencias de trabajo y estudio. Estos alumnos serán la semilla para la creación de riqueza. Las amistades generadas entre jóvenes de los países miembros hoy en día pueden rendir mañana magníficos frutos de intercambio comercial, frutos mucho más agradables que los generados normalmente a través de las negociaciones entre gente que se conoce poco entre sí y que muchas veces arrastra desconfianzas históricas.

8.3. Las tecnologías de la información como factor de flujo y acceso

Según el investigador brasileño Carlos Demantova, en esta «cuarta ola» de la historia de la humanidad, que es la del conocimiento, sabemos que, entre los mayores desafíos para un país en vías de desarrollo en relación con la creación de una sociedad más rica y justa, se encuentran aquellos que permitan cerrar las brechas de conocimiento y eliminar los problemas de acceso y de flujo de la información (Demantova 2006).

Hoy en día, una parte significativa de organizaciones dedicadas a generar tecnología crean y mantienen su conocimiento tecnológico en sistemas que, frecuentemente, no son adecuadamente divulgados o que no están disponibles para ser consultados. Por esta razón, para aquellos que no conocen de estos sistemas o no tienen acceso a ellos, el conocimiento se mantiene virtualmente invisible y, por ello, inaccesible. La información tecnológica es dispersada a través de sistemas aislados. Pocos saben de la existencia del sistema o, si lo conocen, es difícil llegar al tema. La opción que le queda al que necesita este conocimiento es consumir tiempo y gastar dinero buscándolo, reinventándolo o trabajando sin él.

Según Demantova, esta invisibilidad, asimismo, contribuye a consolidar otra característica negativa del actual modelo de generación de tecnología: la reducida interacción entre los agentes de la sociedad envueltos en el tema de la innovación (Demantova 2006). Sin embargo, es difícil caracterizar y cuantificar este problema con precisión debido a las insuficientes y poco confiables estadísticas. Es posible, de todas maneras, percibir que la articulación y los acuerdos entre

productores y consumidores de conocimiento tecnológico se encuentran lejos de lo deseable.

Como resultado de esta pobre interacción, la sinergia necesaria para un desarrollo más acelerado del conocimiento tecnológico nacional está restringida, lo que compromete los esfuerzos para llenar los vacíos del conocimiento e inhibe el aumento de la innovación.

Con el objetivo de minimizar estos desencuentros, Demantova propone el desarrollo de un sistema que, utilizando los avances de la tecnología de la información y las facilidades ofrecidas por las redes de telecomunicación (costos decrecientes y capilaridad a lo largo de todo el mundo), permitiría coordinar y articular, de manera integrada, con un gran alcance y de manera uniforme y estructurada, información acerca de la disponibilidad nacional de conocimiento tecnológico. Demantova (2006) propone que el sistema comprenda los siguientes puntos:

- tecnología,
- servicios tecnológicos (certificación, pruebas y ensayos de laboratorio),
- consultoría (evaluación, análisis, opiniones) y
- entrenamiento.

El sistema propuesto se constituirá en el núcleo de un más amplio Portal de Conocimiento Tecnológico, de manera tal que reúna no solo conocimiento técnico, comercial, legal e información considerados esenciales para el desarrollo y la sostenibilidad de los procesos de negociación, comercialización y transferencia de tecnología y/o el suministro de servicio tecnológico, sino también la disponibilidad de información adicional que permita mejorar la eficiencia y la efectividad de las acciones dentro del contexto de este proceso.

Eliminar las brechas del conocimiento es una tarea casi imposible para los países en vías de desarrollo. Sin embargo, reducirlas es una posibilidad concreta. La fórmula propuesta pretende, a través de la facilitación del flujo y del acceso a la información y el conocimiento tecnológico, actuar como una palanca para el desarrollo económico y social del país.

8.4. ¿Puede una universidad ser estratégica para el desarrollo regional?

D. R. Reis, H. Diz y B. Ruivo (2000) demuestran que la necesidad real de las compañías es el conocimiento y el uso de tecnología desarrollada, asunto aún inaccesible para las pequeñas y medianas empresas. La universidad puede suplir esta necesidad creando formas para mejorar la transferencia de esta tecnología.

Los resultados de su trabajo muestran que las principales motivaciones de los profesores universitarios son:

- la posibilidad de cumplir con el rol social de la universidad cuando la transferencia de la tecnología mejora la calidad de vida de las personas,
- la difusión de una buena imagen de la universidad y
- la aplicación de conocimiento teórico en situaciones reales.

Para los gerentes de las compañías, las principales motivaciones son:

- la adquisición de nuevo conocimiento,
- la posibilidad de ser informado de nuevos conocimientos para acceder a la innovación, y
- la posibilidad de tener opiniones distintas e independientes.

Las principales barreras son:

- la limitada aplicación práctica de los proyectos académicos;
- la ausencia de un organismo que administre el proceso y la complejidad de los contratos;
- la necesidad del secreto de la información;
- la inexistencia de canales adecuados de interacción; y
- la ausencia de una estrategia para la relación, tanto por parte de la compañía como de la universidad. (Reis, Diz y Ruivo 2000)

Para tomar ventaja de las motivaciones y reducir o eliminar las barreras, los autores sugieren crear un marco operacional capaz de mejorar la eficiencia y la efectividad de la relación entre la universidad y la empresa. Dentro de esta propuesta, todas las necesidades de la compañía son guiadas a la universidad a través de un canal de acceso denominado «Disca-Universidad». Este programa recibe el problema y lo distribuye entre los profesores que lo analizan. Si el problema demanda una investigación nueva, entonces es dirigido a los especialistas investigadores o a los grupos de investigación. Si el problema demanda tecnología ya desarrollada, entonces es resuelto por los profesores mismos o por estudiantes a través de empresas *junior*. En este caso, los profesores supervisan el cumplimiento del trabajo de los estudiantes para garantizar la calidad del programa (Reis, Diz y Ruivo 2000).

Adicionalmente, el programa *Thesis Desk*, presentado por Reis, Díaz y Ruivo, reúne los proyectos de investigación desarrollados por la universidad. El equipo que gestiona el programa debe estar al tanto de los problemas en las compañías. A través de este programa, se pueden ofrecer soluciones a las compañías o se pueden señalar los temas con mayores posibilidades de uso comercial para los profesores. El financiamiento proviene de fondos de apoyo para las compañías. Los recursos públicos en I+D se aplican a investigación básica, que es realizada por los institutos de investigación de la universidad (Reis, Diz y Ruivo 2000).

Después de aplicar estos procedimientos y de la adopción del marco operacional, creemos que la universidad puede resolver las necesidades inmediatas de las compañías y contribuir al desarrollo regional.

8.5. El programa «Conoce tu país»

La pregunta que motiva este título es la siguiente: ¿cómo alguien puede querer a su país si no lo conoce? Esta pregunta viene a cuento si uno observa la vida de un miembro de cualquier comunidad universitaria, ya sea profesor o estudiante. En una gran mayoría de casos, nos encontramos con personas que tienen una vida con un radio de

acción bastante limitado. Por ejemplo, tomemos a un estudiante típico: vive en un barrio determinado, en una casa de familia y su vida regular consiste en moverse de su casa a la universidad y de la universidad a su casa. Los fines de semana su radio se amplía con visitas a los amigos (de la misma universidad) y, en algunas ocasiones, con reuniones y fiestas. En vacaciones, puede suceder que tenga la suerte de viajar o, tal vez, deba dedicarse a trabajar. En estas condiciones, el estudiante es un ser pasivo. Actúa por reacción a los estímulos externos y no es de extrañar que, a la larga, sea un funcionario de gobierno, un empresario o un empleado con una visión muy limitada del país y del mundo. Ante eso, en la universidad, como ya se ha dicho, existe una fuerte corriente que promueve la internacionalización, que promueve que los estudiantes viajen y estudien, al menos por cortos períodos, en otros ambientes universitarios.

De la misma manera, ¿por qué no promover lo que hemos denominado la *internalización*? Es decir, promover que los estudiantes viajen dentro del país a lugares extraños para ellos y que descubran cómo funcionan las cosas en otras provincias, que descubran qué se necesita para construir un mejor país.

8.6. Las tesis

Una herramienta totalmente desperdiciada en el Perú y en otros países no desarrollados es la de los trabajos de tesis. En general, muy pocos egresados de los pregrados, de las maestrías o de los doctorados terminan su trabajo de tesis (conocidos en otros países como trabajos de fin de carrera o tesinas).

Por un lado, muchos profesores encargados de las tesis exigen un trabajo que sea «la obra magna» del estudiante. Por otro lado, en los hechos, el profesor no tiene tiempo para revisar las tesis y, finalmente, el alumno también cree que debe hacer algo increíblemente ingenioso y muy difícil. El resultado es desastroso y, luego, aparecen remedios como la ley peruana, que otorga el bachillerato automático a los que terminan sus estudios universitarios, o los exámenes de licenciatura, que sirven para esquilmar al egresado que no culminó su relación con la universidad matriz.

En el caso de las maestrías y doctorados, el caso también es decepcionante. La mayoría de egresados de un postgrado en el Perú trabaja y estudia, y cuando termina sus estudios, ya no tiene fuerzas para dedicarle tiempo a la tesis. ¿Por qué? Pues porque su tema no está ligado a su trabajo.

El día en que se consiga que los trabajos de tesis estén más ligados a las realidades y necesidades del país, y que estos trabajos sean simples y brinden aportes sucesivos y acumulativos al conocimiento, así como que sean parte de trabajos multidisciplinarios, nos encontraremos con una de las herramientas más poderosas para desarrollar la ciencia y la tecnología en el Perú.

En la consultoría realizada por Mullin para apoyar la propuesta del préstamo del BID para innovación, ciencia y tecnología, me cupo el honor de colaborar con el doctor Carlos Abeledo en el trabajo de presentar la situación de las universidades peruanas en lo referente a investigación y a graduados y titulados. Una de las conclusiones a las que se llegó fue que ninguna universidad peruana puede denominarse ‘universidad de investigación’.² Asimismo, se encontró que la tasa de titulados con tesis y de graduados (de maestrías y doctorados) es paupérrima respecto de la cantidad de egresados. Exceptuando a las maestrías de negocios (MBA), en las mejores universidades del Perú, menos del 10% de los egresados en maestrías o doctorados presenta su tesis y obtiene el grado. ¿No es esto un horror?

8.7. La prospectiva tecnológica

Parte del problema sobre qué investigar es saber qué temas priorizar. ¿Cómo enfocar el uso de los recursos a los asuntos de mayor efecto? No basta con decir que el mundo futuro estará dominado por las tecnologías de la información ni que el goce de la creatividad será la característica de una nueva era. ¿Quiénes gozarán de esa era de la creatividad?

² Aunque debe destacarse a la Universidad Peruana Cayetano Heredia, la cual, al ritmo que va, puede convertirse en la primera universidad en el Perú reconocida como de investigación.

Recordemos que, en la época de oro de la Grecia antigua, aproximadamente tres cuartos de la población estaba compuesta por esclavos, los cuales, a su vez, estaban concentrados en la democrática Atenas. Si tomamos en cuenta que las mujeres atenienses de ese entonces no eran partícipes de las bondades del «ocio creativo», tenemos que uno de cada diez habitantes de Atenas gozaba de los beneficios de la democracia. ¿Ocurrirá algo similar en la era del conocimiento y la creatividad, y solo uno de cada diez gozará de sus beneficios?

Ante este escenario, es conveniente conocer las alternativas que se nos presentan y escoger, entre ellas, las más adecuadas. Por eso, una de las actividades principales en las que deben involucrarse las instituciones de educación terciaria es la labor de prospectiva. Necesitamos, como dice Mattelart: «*Monitoring the social change* y, por consiguiente, anticipar el futuro: tal es la consigna para acceder a la era post-industrial. Gracias a las nuevas técnicas de la previsión, resulta factible reducir el margen de indeterminación del futuro económico» (Mattelart 2002: 88).

Desde la década de 1960, en los Estados Unidos, se han realizado y se realizan estudios en los que se plantean los escenarios futuros y la forma de enfrentar los retos por venir. Mientras en el Perú se cerró, en la década de 1980, el Instituto Nacional de Planificación por considerarlo un organismo ligado a las ideologías socialistas y comunistas, en Estados Unidos, en Europa Occidental y en el Japón, los gobiernos se preparan para el mundo por venir.

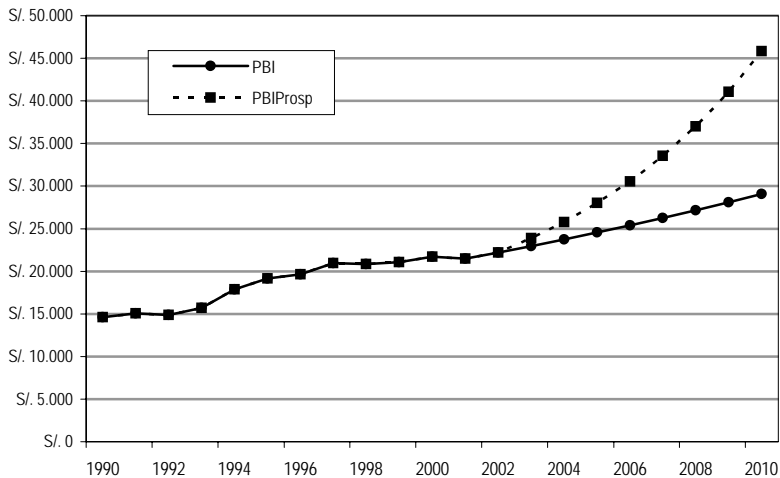
Es tan pobre la visión de largo plazo en el Perú que basta con presentar un caso para tener una idea de la situación. Durante el gobierno de transición del presidente Valentín Paniagua (primer semestre del año 2001), en el Ministerio de Industrias, Turismo, Comercio e Integración (MITINCI), a propuesta de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI o UNIDO en inglés), se inició un interesante trabajo de prospectiva tecnológica industrial. Se convocó a representantes de la industria y de la academia, y se inició el trabajo de preparación de expertos que pudieran desarrollar la metodología que permitiera realizar la prospectiva que posibilitara estudiar las cadenas productivas de mayor interés para el país. Terminó el gobierno del presidente Paniagua y, con el nuevo

gobierno y el nuevo ministro, se dejó de lado el tema, seguramente por considerarlo inútil. Ello motiva la siguiente interrogante: ¿cómo puede un gobierno tomar decisiones si no tiene herramientas y si no tiene las brújulas ni los giróscopos que le ayuden a ir en un camino correcto?

Afortunadamente, los responsables del trabajo, el director de industria Carlos Ferrero, el ingeniero Fernando Ortega y el economista Benjamín de la Torre, lograron terminar la primera etapa del trabajo. En particular, el inventario preparado por De la Torre está disponible en UNIDO (2004).

En este documento, se muestra qué ocurriría si se aplicara la prospectiva con ayuda de las universidades, institutos de investigación, gobierno y empresas. Para tener una idea, se presenta el gráfico 33, en el que se muestra qué ocurrirá en el Perú en dos escenarios: uno, con estudios de prospectiva; otro, sin ellos.

Gráfico 33
Proyección del producto bruto interno con prospectiva y sin prospectiva.
Tecnológica Industrial (1990-2010)



Elaboración: Benjamín de la Torre.

Esta proyección muestra que, ordenando y estableciendo mecanismos de prioridades del gasto, el Perú podría mejorar significativamente su PBI. Imagínese qué pudiera suceder si, además, se reforzara la inversión en investigación, desarrollo e innovación.

Por fortuna, la posta, abandonada de manera tan inexplicable por el MITINCI, fue recogida por el CONCYTEC el 2001. Se espera que varias universidades peruanas y organizaciones empresariales continúen trabajando en conjunto con las universidades para desarrollar el tema con amplitud y bajo los criterios de la UNIDO. Este estudio será vital para definir la prioridad en los gastos en investigación, desarrollo e innovación en ciencia y tecnología.

Por este motivo, se está colaborando con otras universidades con la finalidad de institucionalizar un evento anual que contribuya a llamar la atención sobre los temas prioritarios, y que sirva para definir las correspondientes cadenas productivas y sus cuellos de botella. Así, en el año 2003, se desarrolló el Primer Encuentro Prospecta en la PUCP. En el 2004 se realizó el segundo encuentro en el Instituto Peruano de Administración de Empresas (IPAE), y en los años 2005 y 2006 se tuvo un tercer y cuarto encuentros en la PUCP. Es de esperar que este esfuerzo cuaje y sirva de guía para los responsables de tomar las decisiones políticas y financieras en el Perú.

Una buena labor de prospectiva puede ayudar a las universidades, a las empresas y al gobierno a converger en sus actividades y reducir el desperdicio de recursos. Imagínese cómo sería la situación del país si los trabajos de tesis sirvieran para realizar estudios de prospectiva y si, a su vez, los resultados de estos estudios permitieran generar nuevos trabajos de tesis proponiendo alternativas, soluciones y diseños, y fueran así un mecanismo de generación de conocimiento.

Capítulo 7

LA CAMPAÑA «PAÍSES NECIOS»

EN ESTE CAPÍTULO, PRESENTO una de las dos campañas que se proponen en este libro con la finalidad de conseguir que, en países como el Perú, se invierta mucho más y mejor en investigación, desarrollo e innovación; y se genere, por tanto, nuevo conocimiento y riqueza. Esta primera campaña es una propuesta dirigida a impactar en las mentes del público y en las mentes de los responsables de la toma de decisiones más importantes en el desarrollo de los países, y castigar a aquellos responsables de bajas inversiones.

1. ‘Necio’

De acuerdo con el *Diccionario de la Lengua Española*, las definiciones de ‘necio’ son las siguientes:

Necio, -cia.

(Del lat. *nesc-us*).

1. adj. Ignorante y que no sabe lo que podía o debía saber. U. t. c. s.
2. adj. Imprudente o falto de razón. U. t. c. s.
3. adj. Terco y porfiado en lo que hace o dice. U. t. c. s.
4. adj. Dicho de una cosa: Ejecutada con ignorancia, imprudencia o presunción.

(Real Academia Española 2001: 1571)

Si se ha demostrado, tanto de forma cualitativa como cuantitativa, cuán altamente rentable es invertir en investigación, desarrollo e innovación, ¿qué podemos decir de un país que destina fondos escasos y mezquinos para tales actividades?

2. El premio «país necio»

En este acápite, se exponen, a escala mundial y en función de los indicadores de ciencia y tecnología, a los principales responsables de aquellos países que, en comparación con sus pares, destinan la menor cantidad de recursos a investigación, desarrollo e innovación. De manera irónica, se le denominará 'premio' a la designación, aunque es claro que los nominados no estarán muy a gusto con el premio.

2.1. Objetivos

El primer objetivo es avergonzar públicamente y a escala mundial a los principales responsables (no necesariamente culpables) de que, en un país, se inviertan pocos recursos en investigación, desarrollo e innovación. El segundo objetivo es facilitar una herramienta a los científicos, académicos y a los emprendedores de cada país interesados en crear riqueza basada en nuevos conocimientos para que presionen a los responsables que pueden crear condiciones favorables para la fluidez entre la generación de conocimiento y la generación de riqueza.

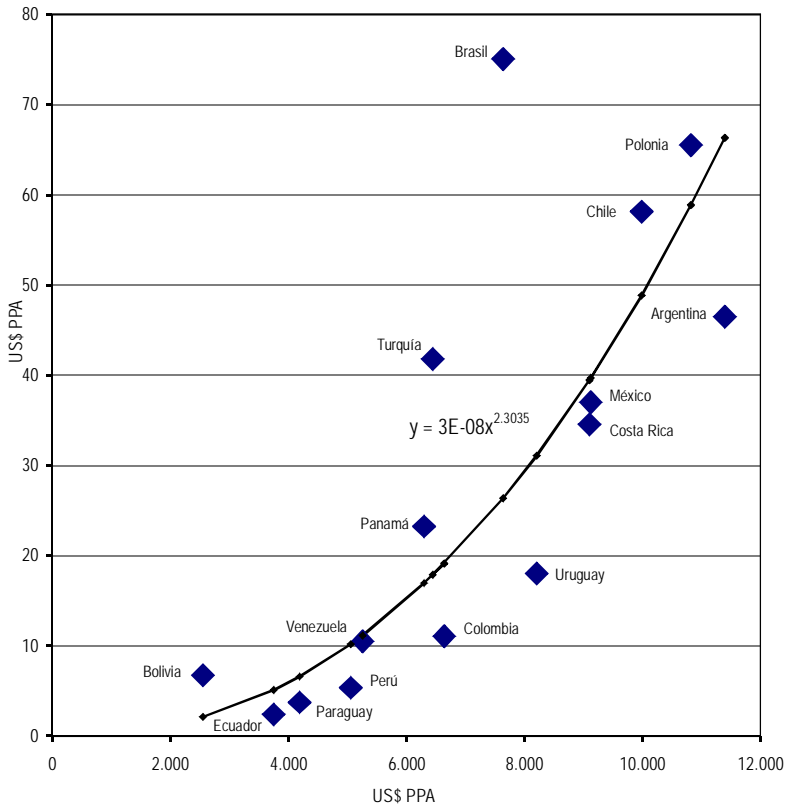
2.2. Ejemplo de clasificación

Podría haber varios modos de presentar a los países de peor calificación. Recordemos el gráfico 32, en el cual se comparaba la inversión en I+D/cap respecto al PBI/cap de un universo de países conformado por los miembros de la OECD y de Iberoamérica, y con una población por país de más de tres millones de habitantes.

En el mencionado gráfico se hallaba una relación con un alto grado de correlación entre lo que los países invertían en I+D y su respectivo PBI/cap.

Dejemos de lado lo que ocurre con los países más ricos y detengámonos a analizar el caso de los países más pobres del grupo materia de estudio. Ampliaremos el gráfico 32, y así obtenemos el siguiente gráfico:

Gráfico 34
Inversión en I+D/cap (promedio anual 2001-2003) vs.
PBI/cap (promedio anual 2001-2005)



Si los mismos datos los tabulamos, obtendremos los siguientes resultados:

	PBI/CAP PROM 2001-2005 (US\$ PPA)	INVERSIÓN I+D 2001-2003 (US\$ PPA)
Argentina	12246	46
Polonia	11550	66
Chile	10608	58
Costa Rica	9553	35
México	9466	37
Uruguay	8784	18
Brasil	7939	75
Turquía	6958	42
Colombia	6940	11
Panamá	6636	23
Venezuela	5532	11
Perú	5354	5
Paraguay	4310	4
Ecuador	3945	2
Bolivia	2637	7

Si se toma como referencia la curva que, según el ejercicio del gráfico 32, caracteriza la relación PBI/cap con la inversión en I+D/cap, podemos armar una tabla en la cual se podrá comparar la inversión real con lo que denominaremos ‘inversión esperada’ y así se obtiene lo siguiente:

	INVERSIÓN I+D 2001-2003 (US\$ PPA)	INVERSIÓN ESPERADA EN I+D 2001-2003 (US\$ PPA)
Argentina	46	66
Polonia	66	59
Chile	58	49
Costa Rica	35	39
México	37	40

Uruguay	18	31
Brasil	75	26
Turquía	42	18
Colombia	11	19
Panamá	23	17
Venezuela	11	11
Perú	5	10
Paraguay	4	7
Ecuador	2	5
Bolivia	7	2

2.3. Los países necios

Si comparamos lo que cada uno de estos países invierte respecto a lo que debería invertir y los ordenamos en valores porcentuales, los resultados serán los siguientes:

	DIFERENCIA PORCENTUAL
Ecuador	-53%
Perú	-47%
Paraguay	-43%
Colombia	-42%
Uruguay	-42%
Argentina	-30%
Costa Rica	-12%
México	-7%
Venezuela	-6%
Polonia	11%
Chile	19%
Panamá	37%
Turquía	134%
Brasil	185%
Bolivia	219%

Ecuador, Perú, Paraguay, Colombia y Uruguay son los cinco países con las más bajas tasas de inversión en I+D en relación con sus respectivas capacidades económicas. El caso de Colombia es muy lamentable, ya que a mediados de la década de 1990 su inversión en I+D era muy superior a la actual; y, aparentemente, en los últimos años han optado por despreciar el invertir en generar conocimiento.

Aunque en mejor situación, Argentina no queda muy bien parada, y Costa Rica, México y Venezuela tampoco aparecen como países muy entusiastas en lo que se refiere a la inversión en I+D.

El caso de Venezuela no es tan claro. En este trabajo, la referencia sobre sus inversiones en I+D provienen del último informe del desarrollo humano (año 2005), pero, sorprendentemente, no hay datos disponibles en la RICYT, lo que sorprende desfavorablemente.

El caso de Bolivia merece otra reflexión. Dicho país invierte bastante más de lo que se podría esperar en función de esta 'curva de la necesidad', pero evidentemente, al ser el país más pobre de todos, aún precisa de una mayor inversión.

También vale la pena destacar el caso de Cuba, un país sobre el cual no hay información disponible en la base de datos del Fondo Monetario Internacional. Sin embargo, de acuerdo a las cifras de la RICYT y del último Informe del Desarrollo Humano, se puede deducir que la inversión cubana en I+D ronda el 0.6% de su PBI y en unidades monetarias es superior a los 33 US\$ PPA al año.

Esta cifra es ejemplar y las consecuencias a favor de Cuba son evidentes, a tal punto que el mencionado país, a pesar de las serias críticas a la falta de libertad que se le imputa, ocupa una posición de privilegio en el último informe del Desarrollo Humano, si se hacen comparaciones con los países estudiados en este capítulo.

En conclusión, y tomando como referencia ciertos premios internacionales que llaman la atención a los medios de comunicación y, por tanto, pueden llegar a ejercer una influencia provocadora sobre los responsables de tomar las grandes decisiones en un país, desde estas líneas se propone que Ecuador, Perú y Paraguay, sobre la base de sus decisiones de invertir de manera tan mezquina en investigación y desarrollo y condenar, por tanto, a los habitantes de sus países

al subdesarrollo permanente, sean declarados los ‘países necios’ del período 2001-2003.

Estos tres países serán los primeros en recibir el lúdico nombramiento de ‘países necios’. Se ha propuesto revisar cada año estos indicadores y mantener un registro en Internet en el que se colocará la fotografía del presidente del país, de su ministro de economía, de la máxima autoridad universitaria y del más alto representante del sector empresarial. Es de esperar que la propuesta sea recogida por diarios y noticieros, y se convierta en un estímulo para que los responsables mencionados tomen medidas con el fin de que su país salga de esta ominosa condición de estulticia.

Si la sociedad civil acogiera esta idea, el efecto de la campaña sería aún mucho más intenso. Por ahora, puede revisarse la siguiente dirección: <[http://blog.pucp.edu.pe/paises necios](http://blog.pucp.edu.pe/paises-necios)>.

3. Etapas de la campaña

- Página web que presentará la clasificación de los países necios y que será revisada y ampliada anualmente;¹
- difusión, entre los medios de comunicación, de los resultados y presentación de los seleccionados cada año;
- difusión a través de las redes universitarias; y
- revisión del indicador con la finalidad de afinarlo y hacerlo más efectivo.

4. Aspectos que deben afinarse

Una propuesta con palabras tan duras para definir a un país puede encontrarse con muchas oposiciones y críticas. Por ello, a modo de antídoto, debo hacer algunas aclaraciones.

La primera es que puede haber otras formas de hacer la selección de los países más necios y se debe estar llano a aceptar cualquier

¹ Véase Palestra 2004.

mejor propuesta. Por ejemplo, podría utilizarse el porcentaje de inversión en I+D con respecto al PBI; pero no se ha utilizado porque, al efectuar la correlación con el correspondiente PBI, es notoriamente más baja que cuando se utilizan las inversiones en I+D en dólares por habitante. Cuando se colocan las cifras en porcentajes, es cierto que se tiene una idea relativa acerca de la decisión de cada país; pero cuando se colocan valores con unidades, como es caso de la inversión en dólares por habitante por cada país, se añade un efecto mayor que se considera vale la pena utilizar.

En segundo lugar, también debo reconocer que los indicadores no son expuestos con demasiada prontitud. Es decir, si la Organización Económica de Cooperación para el Desarrollo (OECD) publica su reporte el 2005, los datos más nuevos sobre la inversión de los países en I+D corresponden al año 2003; en el caso de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), los datos más recientes, publicados en marzo del 2005, corresponden al año 2002, y no hay datos de todos los países. Sin embargo, al revisar las cifras, puede notarse que los montos que invierten los países en I+D con relación a su PBI son muy constantes, por lo que esta observación no afecta mucho los resultados. Por ejemplo, en el caso del Perú, durante la década de 1990, la inversión anual en I+D ha bordeado los dos a tres dólares nominales anuales por habitante y ningún cambio de gobierno o de política ha modificado la situación.

En tercer lugar, no todos los países llevan sus registros anualmente, y esto es una señal clara del poco interés que tienen por el tema. En este caso, sería recomendable también hacer notar el vergonzoso caso de aquellos países que no registran estos datos tan prioritarios para su desarrollo. La publicación del indicador de necesidad también debería exponer a la vergüenza internacional a aquellos países que no son capaces de medir sus inversiones en uno de los asuntos que más beneficio les puede traer.

En cuarto lugar, hay que tomar con cuidado las cifras dadas por cada país. En algunos casos, pueden excederse en generosidad con respecto a lo que se considera inversión en I+D y, en otros, es posible que el país no tenga idea de muchas de las inversiones que las empresas realizan en ese rubro. Sin embargo, no tener idea de estas

cifras, como ya sostuve en el párrafo anterior, es un notorio indicador de necesidad para ese país.

En quinto lugar, es necesario resaltar que, si bien, en este trabajo, se promueve la inversión en investigación, desarrollo e innovación, en lo que respecta al tema de la innovación, aún falta mucho por estudiar y medir. Por eso, los análisis se han realizado sobre la base de montos dedicados a investigación y desarrollo. Es de esperar que, en los próximos años, se disponga de mejores formas para medir el conjunto de inversiones en investigación, desarrollo e innovación.

En sexto lugar, también queda por delante una ardua tarea: descubrir cómo hacer más efectivas las inversiones. Son tantas las historias de dinero mal gastado y son tantos los inventores que, entusiasmados por sus ideas, convencen a incautos inversionistas que dilapiden su dinero que no es raro que, en los países pobres, haya desconfianza ante las inversiones en ciencia y tecnología. No hay una receta única, pero ya Thomas Alva Edison daba una recomendación que ha sido repetida de variadas formas: los buenos resultados son consecuencia de un 95% de transpiración y de un 5% de inspiración.

En séptimo lugar, no debe olvidarse que, en este libro, se postula que son dos los pilares para avanzar en la mejora de la calidad de vida de un país: uno es la educación, y otro es la tríada investigación, desarrollo e innovación. De la misma manera en la que el índice de desarrollo humano se ha ido perfeccionando a lo largo de la década de 1990, el indicador de necesidad debería irse perfeccionando de manera que incluya las inversiones por habitante y su calidad en la educación. En una versión más compleja del indicador, debería medirse también el nivel de organización o de articulación del Sistema Nacional de Innovación de cada país.

Finalmente, debe quedar claro que, con este indicador, solo podemos llamar la atención sobre los países que invierten en I+D menos de lo debido. Ello no significa que los que invierten más que sus pares, necesariamente, inviertan bien.

5. ¿Solo se trata de países necios? ¿Y las localidades y las regiones necias? ¿Y las empresas necias? ¿Y las universidades necias?

La campaña propuesta en este capítulo está orientada a impactar sobre los países que, en los hechos, demuestran su poco interés por el desarrollo económico de su país, descuido que lo hacen patente al invertir muy pocos recursos en investigación, desarrollo e innovación. Sin embargo, es muy fácil y cómodo echarle la culpa a los demás; así, un empresario puede quejarse de la desidia del gobierno y de las universidades, mientras que las universidades pueden quejarse del gobierno y de las empresas y, a su vez, el gobierno puede quejarse de la ineptitud de las universidades y de la ceguera de las empresas.

En las cifras que he mostrado, en el capítulo 3, se indica que la rentabilidad de invertir en investigación, desarrollo e innovación ronda el 30% anual y que la rentabilidad promedio anual de los inversionistas en capitales de riesgo (asociados, normalmente, a desarrollo tecnológico) también ronda el 30%. Estos son datos que corresponden a inversiones privadas y a inversiones del gobierno. Si esto es aceptado, aparece, entonces, este cuestionamiento: ¿por qué las empresas y las universidades por su propia cuenta no invierten en un negocio tan rentable?; ¿por qué esperar a que el gobierno dé el primer paso?; ¿qué le impide a una empresa o a una universidad destinar el 10% de su presupuesto a investigación, desarrollo e innovación? Sería interesante, en un futuro, comparar a universidades y empresas en sus respectivas categorías y crear indicadores de necesidad para estas organizaciones dentro de cada país.

En el siguiente capítulo, se presentará una propuesta que aspira a dar luces que incentiven tanto a las universidades como a las empresas a invertir en los equipos de interés.

Capítulo 8

LA CAMPAÑA «EQUIPO»^{*}

¿ES POSIBLE GENERAR conocimiento y riqueza en países subdesarrollados? Esta es la cuestión que se pretende resolver en este capítulo con la propuesta de crear redes ciudadanas que agrupen a personas que comparten un interés común y que deseen convertirlo en parte de su vida.

La experiencia del autor en el campo universitario le permite mostrar casos reales y ejemplares que dan la pauta de lo que podría ser un movimiento de la sociedad civil que, en paralelo, con la ayuda o con la oposición de los canales formales, aproveche el potencial desperdiciado en las instituciones de educación superior.

Las universidades y los centros de educación superior son como lagunas situadas a grandes alturas y cuyas aguas se pierden, o por desbordes no controlados o través del subsuelo, sin aflorar nunca a la superficie. La propuesta que se presenta en este capítulo pretende crear un canal por el que fluya el líquido para que la humanidad pueda convertir esta energía potencial en energía creadora de conocimiento y, además, permita regar y hacer florecer los mejores frutos en favor de los más pobres y necesitados.

^{*} Más detalles sobre esta campaña pueden obtenerse en la página web: <<http://equipos.pucp.edu.pe>>.

1. Hacia una universidad generadora de conocimiento

En los países, regiones o localidades en los que se invierten pocos o nulos recursos para la investigación, el desarrollo y la innovación, las universidades, por lo general, son meras organizaciones dedicadas a recibir y transmitir conocimiento. Como no hay recursos, las justificaciones sobran y también sucede que, con el tiempo, por la consiguiente falta de interés en lo ajeno y al ser transmisores de lo que otros han desarrollado, los profesores se desactualizan y distraen la carrera del estudiante universitario con conocimientos inútiles.

Hoy en día, en especial en las carreras de ciencias y de ingeniería, los estudiantes ingresan con algún interés muy amplio y genérico por la carrera que han escogido. Muchos de sus profesores, a su vez, encerrados en sus torres de marfil, les incitan a concentrarse en lo que asumen y creen, con total sinceridad, que el alumno debe saber. Lamentablemente, estos profesores no contemplan todo el horizonte que comprende la formación del alumno ni sus perspectivas de insertarse en el mundo laboral por los siguientes cuarenta o cincuenta años luego de su egreso.

El alumno, a su vez, durante sus estudios, enfrascado en la tarea de aprobar los cursos, pierde la orientación y acaba siendo una persona cuyo objetivo es terminar la carrera lo antes posible; obtener un certificado que garantice que ha cursado todos los cursos a los que está obligado; y, finalmente, trabajar de acuerdo con lo que el mercado laboral le ofrezca.

Ciertamente, las anteriores afirmaciones son amplias y generales. Esta no es, necesariamente, la actitud ni de todos los alumnos universitarios ni la de todos sus profesores; sin embargo, en países, regiones o localidades subdesarrolladas, la globalización y los modelos de éxito que esta presenta nos incitan a ir cada vez más rápido sin darnos tiempo a la reflexión y hacernos preguntas como las siguientes: ¿qué es lo que quiero?, ¿estoy a gusto?, ¿le encuentro sentido a lo que hago?

Esto es parte del drama de las universidades transmisoras de conocimiento. Las presiones externas y la falta de espacios para la reflexión terminan por convertirlas en fábricas de robots manejadas

por robots. ¿Es posible romper con esta situación?; ¿cómo hacerlo con personas que ya están acostumbradas a un *modus vivendi* determinado?

En las siguientes páginas, mostraré cómo se puede fomentar la existencia de organizaciones no formales, sin poner en peligro y, más bien, robusteciendo, a la larga, la organización formal.

Estos canales no formales deben estar asociados a lo que, actualmente, no hace la universidad de un país subdesarrollado: generar conocimiento. Se precisa, además, que ese conocimiento sea nuevo, ya que reinventar la pólvora puede ser una pérdida de tiempo. Finalmente, es conveniente que parte de ese conocimiento nuevo apunte a generar riqueza que beneficie a los propios creadores, a la universidad y al país, región o localidad en la que viven. El objetivo de fondo de la propuesta que se presenta en este capítulo es mejorar la calidad de vida de las personas. Como dicen Joan Mayans i Planells y Aida Sánchez de Serdio (2003): «[...] el conocimiento es la base de su propia existencia como colectivo y su intercambio su razón de ser: conocerse entre sí, conocer a otros, aprender y transformar la propia realidad».

Para poder presentar la campaña, todavía es necesario retomar un tema ya visto anteriormente: la conveniencia y la importancia de vincular a la empresa, el gobierno y la universidad como elementos para el desarrollo de un país, región o localidad en estado de subdesarrollo. Lamentablemente, esta tríada fundamental para el desarrollo no ha funcionado en países, regiones o localidades pobres.

2. Al triángulo de Jorge Sábato le falta algo

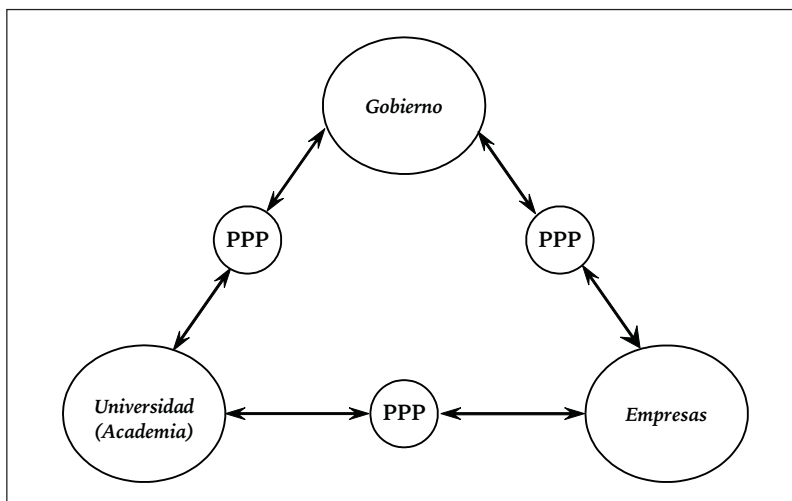
Ya se ha mencionado al argentino Jorge Sábato como uno de los primeros promotores latinoamericanos que postulaba la necesidad de armar un triángulo del desarrollo en el que hubiera vinculaciones entre el gobierno, la empresa y la universidad. Este modelo es aceptado hoy en día, y repetido en conferencias científicas de países pobres como una suerte de santo grial que debe guiar los esfuerzos hacia la generación de riqueza de un país. Reforzar cada vértice del

triángulo y reforzar las vinculaciones respectivas se convierte en una cuestión clave que se debe resolver en cada país.

La experiencia que he tenido a lo largo de mi tarea universitaria es que el modelo es incompleto. Las vinculaciones no funcionan a pesar de la buena voluntad de las partes. La explicación es que falta tomar en cuenta tres componentes que deben estar presentes en cualquiera de las vinculaciones. Estos componentes vinculantes se consiguen a través de personas con voluntad y de la existencia de proyectos preparados por especialistas, consistentes y correctos en cuanto a fondo y forma, de manera que se pueda conseguir el tercer componente: los recursos económicos para la ejecución del proyecto.

El triángulo de Sábato ampliado sería el siguiente:

Figura 3. Ampliación del triángulo de Sábato.
Las tres 'P': personas, proyectos y plata

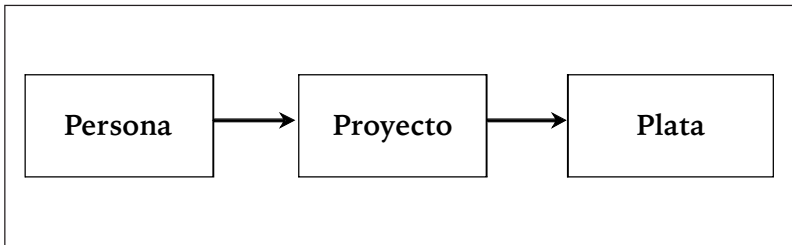


En otras palabras, el famoso triángulo de Sábato necesita de un elemento vinculante formado por personas de instituciones distintas que quieran cooperar. Para ello, desarrollan distintos proyectos. No basta con que las personas sean los máximos directivos de las instituciones. Un jefe de planta de una industria debe relacionarse con

un profesor o con un asesor de tesis, y ellos deben ser quienes planeen los proyectos y los trabajos conjuntos.

También es importante el orden en el que interactúan estos tres componentes, ya que debe haber una lógica que los oriente. El orden en que deberían funcionar estos elementos de vinculación es, a mi entender, el siguiente:

Figura 4. Orden de las tres 'P'



Primero, debe haber personas que contacten, que generen lazos comunes y que, luego de establecer y concretar sus intereses y contrastarlos con sus posibilidades, preparen proyectos con el fin de resolver determinados problemas. Recién cuando se hayan elaborado los proyectos y se hayan definido las participaciones de cada uno de los interesados, tiene sentido buscar los recursos económicos que permitan la ejecución del proyecto.

Lamentablemente, en el Perú, como en otros países, regiones o localidades de similar condición de atraso económico, normalmente, se trata de poner la carreta delante de los caballos. La mayoría de las personas espera, primero, conseguir los recursos económicos; luego, pensar en los proyectos en los que invertir estos recursos; y, finalmente, se busca a las personas que deberían ejecutar el proyecto. ¿Cuáles son las consecuencias? Dinero arrojado por la borda y que no contribuye al progreso del país.

Es importante generar mecanismos de vinculación entre las personas. Si, de acuerdo con el triángulo de Sábato original, quienes relacionan una universidad con una empresa o con una institución gubernamental son el rector de la universidad, un gerente general y

un ministro, el resultado será un hermoso convenio sin aplicación práctica. Si, en cambio, un profesor interactúa con el ingeniero de planta, y juntos acuerdan estudiar y resolver un problema de mediano o largo plazo, el profesor y sus alumnos pueden planear una serie de actividades que van desde trabajos de curso, prácticas supervisadas, trabajos de tesis y consultorías. Los resultados, en este caso, llegan a ser efectivos.

A continuación, trataré el componente fundamental, a saber, el de las personas. Mostraré cómo la universidad es un ambiente natural para su generación, crecimiento y afianzamiento.

3. Redes ciudadanas y equipos de interés

Dada la facilidad de comunicación y de intercambio de información que existe hoy en día, y gracias al desarrollo de Internet, existen espacios y mecanismos nuevos y útiles para congregarse a personas que comparten intereses y objetivos comunes o complementarios.

De acuerdo con ello, y en su manera más amplia y general, planteo, a continuación, la creación de redes ciudadanas de equipos de interés como una alternativa de solución de bajo costo destinado a contribuir a la articulación de sistemas locales, regionales o nacionales de innovación.

En una primera etapa, propongo que la formación de estas redes ciudadanas sea promovida desde las universidades. Dichas redes deben estar constituidas por nodos a los que denominaré ‘equipos de interés’. Estos equipos deberán estar constituidos por personas que compartan intereses comunes o complementarios. La propuesta es bastante amplia y aplicable a distintos tipos de actividades, pero se incidirá, particularmente, en redes que fomenten la investigación, el desarrollo y la innovación.

3.1. Los equipos de interés

Con una idea bastante general sobre las redes ciudadanas, sobre las cuales ya se trató en el sexto capítulo, pasaré ahora a proponer una

alternativa destinada a enfrentar el problema de cómo desarrollar actividades exitosas en un país hostil o indiferente en cuanto a destinar recursos para la investigación, el desarrollo y la innovación.

La idea básica consiste en formar, en cada país o región, redes ciudadanas constituidas por equipos de interés. Estos, a su vez, estarán constituidos por personas que desean desarrollar actividades, de manera regular y permanente, en un área específica del conocimiento humano, y que comparten el ideal de ayudar a mejorar el nivel de calidad de vida de sus paisanos, de sus compañeros, de sus familias y de sus compatriotas.

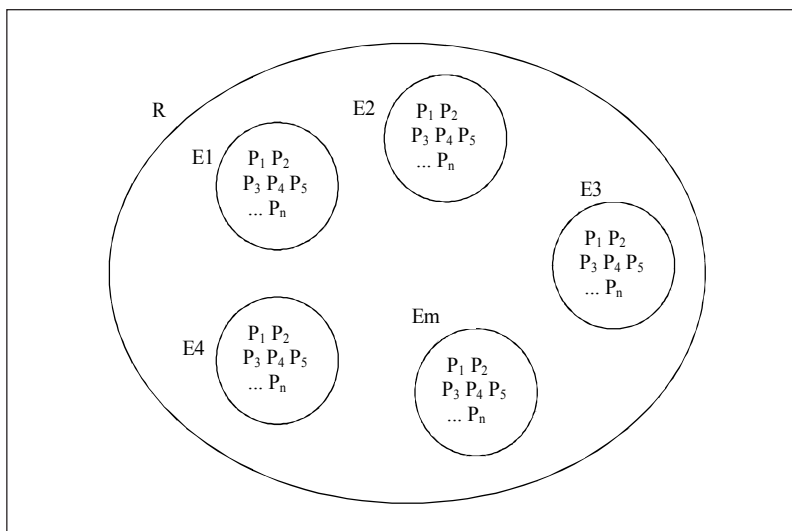
Quien conozca sobre el trabajo universitario concordará en que la universidad es un ambiente muy propicio para que las personas se reúnan con la finalidad de realizar un trabajo común. En algunos casos, un profesor activo o de prestigio reconocido convoca a sus discípulos y estos trabajan con él en los temas que el maestro o el equipo de maestros destaca. En otros casos, los alumnos por su cuenta se reúnen y se asocian para realizar trabajos de proyección social y de voluntariado.

Esto sucede porque, al ser las universidades instituciones que reúnen a cientos o miles de personas, no es extraño que varias de ellas compartan intereses u objetivos comunes o complementarios. Es más, si nos remontamos a los orígenes de la universidad occidental, este ha sido el patrón común. En el París del siglo XII, los estudiantes se agrupaban alrededor de los maestros y, desde poco antes, en Bolonia, los estudiantes se reunían para contratar a sus profesores.

Si aceptamos este antecedente como correcto, y si hoy en día se dispone de las herramientas que brinda Internet, ¿por qué no promover, a través de estos medios, la formación de equipos de personas con intereses comunes?; ¿por qué no relacionar los intereses y las actividades de estos equipos y de las personas que los componen con las actividades regulares de la universidad?; ¿por qué no orientar a estos equipos para que sirvan a la sociedad y para que trabajen con el gobierno y con las empresas?

El esquema que representa esta red es el siguiente:

Figura 5. Red ciudadana de equipos de interés



‘R’ es la red ciudadana y es un conjunto formado por ‘m’ equipos de interés. Para participar en la red, los equipos deben cumplir con una serie de reglas, como que todos deben estar empadronados, informar periódicamente de sus actividades y tener objetivos acordes con los de la red. La red les brinda, como mínimo, un espacio en un servidor de Internet y permite que los distintos equipos de interés conozcan las actividades generales de sus pares. De ese modo, se comparten los éxitos y los fracasos, así como se está al tanto de oportunidades y peligros. Una red puede ser creada dentro de una universidad, en una localidad, en una región o en un país.

‘Ei’ son los distintos equipos de interés, los cuales comparten intereses comunes que podrían ser los siguientes:

- Investigación, desarrollo e innovación
- proyección social,
- cultural,
- educativos,
- religioso,

- político,
- deportivo y
- gremial.

Ciertamente, de acuerdo con los intereses de los equipos, es posible formar otro tipo de redes ciudadanas. Para los alcances de este trabajo, se destacan aquellos en los que los miembros de una universidad podrían estar interesados. Además, como ya se ha mencionado, entre todos, el que más interesa destacar en este ensayo es el de las redes ciudadanas formadas por equipos de interés en investigación, desarrollo e innovación.

‘Pj’ son las personas que forman parte del equipo. Al respecto, hay que destacar que estas agrupaciones son denominadas ‘equipos de interés’, porque se busca que el equipo tenga objetivos. Si tan solo se tratara de grupos o de aglomeraciones, su razón de existir sería más débil y su existencia no estaría garantizada por mucho tiempo.

Las distintas personas que componen cada equipo pueden estar en cualquier lugar del mundo y lo único que importa es que compartan los objetivos y las reglas del equipo, y que trabajen en su desarrollo.

3.2. Algunas experiencias en la universidad

Es necesario dar más detalles para darle coherencia a la propuesta; pero, llegados a este punto y para que el lector tenga una mejor idea de lo que pueden ser los equipos de interés, mostraré varias experiencias y actividades que se han desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y en la Sección Perú del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), experiencias de las que he sido testigo o en las que he tomado parte como colaborador, observador, servidor o promotor. Estas experiencias y los avances de una serie de peruanas y peruanos, compañeros de trabajo, alumnos y miembros de la comunidad universitaria, me han inspirado e incentivado a la preparación de este trabajo. En la presentación, se hablará de estos equipos como ‘grupos’, ya que ese fue el nombre original con el que se autodenominaron.

Aunque mi participación como observador o participante en la PUCP data de la década de 1980, recién entre los años 1999 y 2002, años en los que tuve la suerte de trabajar en la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la PUCP, me fue posible tomar contacto con un número mucho mayor de grupos, y descubrí el enorme potencial que albergaban los centenares de personas que realizaban trabajos de investigación y desarrollo en un país indiferente u hostil a sus actividades. La explicación más importante que sustentaba su persistencia era que estos grupos trabajaban en temas que motivaban a sus integrantes y se dedicaban a asuntos que les daban un sentido especial a sus vidas. Como consecuencia de este contacto, se realizó una campaña que invitaba a los distintos grupos a formalizarse ante la DAI. Así, llegaron a inscribirse más de cincuenta grupos a los que denominamos, en esa época, ‘grupos de investigación’. Veamos en qué consisten algunos de estos grupos.

3.2.1. Caso 1: el Grupo de Apoyo al Sector Rural

Allá por el año 1984, al entonces joven profesor Miguel Hadzich, cuzqueño de nacimiento y miembro del Área de Energía de la Sección Ingeniería Mecánica de la PUCP, se le ocurrió hacer una tesis que sirviera para la gente del campo. Se interesó en desarrollar como tema de tesis una bomba de ariete, ingenioso mecanismo inventado por Joseph Montgolfier que utiliza una caída de agua para bombear parte de esa agua a alturas mayores que las de la caída inicial. Al comienzo, el profesor Hadzich recibió muchas críticas «porque era un trabajo muy sencillo», «porque la máquina ya estaba inventada» o «porque su trabajo no servía para nada».

Dado que al profesor Hadzich le motivaba la curiosidad por hacer una tesis que terminara con una máquina construida, y le motivaba pensar que esta máquina pudiera ser de utilidad a los campesinos de su tierra, no se amilanó ante las críticas y, luego de un serio trabajo de modelamiento por computadora (las de esa época), y de fabricar un prototipo, obtuvo su título en 1986. Entusiasmado por los resultados, quiso hacer una máquina de mayor tamaño y consiguió apoyo del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), a la sazón dirigido por Carlos del Río, gran promotor

de la ciencia y la tecnología en el Perú. El profesor Hadzich construyó y probó con éxito la nueva máquina, y desarrolló planos para estandarizar la fabricación de estas máquinas.

Debido a los resultados y a su dotes de liderazgo, el profesor Hadzich fue congregando a personas con intereses similares y terminó constituyendo lo que se conoce como el Grupo de Apoyo al Sector Rural, que cuenta con un local en la PUCP denominado la «Casa Ecológica» y que es un centro de difusión de los equipos que utilizan energías no convencionales. Hoy en día, el Grupo de Apoyo al Sector Rural, luego de más de quince años de trabajo, tiene en su haber decenas de trabajos de tesis aplicadas al sector rural, así como trabajos de consultoría para el gobierno y empresas; atiende, anualmente, a miles de escolares que visitan el local; y organiza premios nacionales de importancia como el «Premio Eco Eficiencia», auspiciado por Coca Cola. Además, gracias a posteriores trabajos de tesis, la bomba de golpe de ariete se fabrica en localidades aisladas por gente del mismo lugar y con capacidad para realizar el mantenimiento sin necesidad de ir a las ciudades.

3.2.2. Caso 2: El Grupo de Investigación y Desarrollo de Equipos Médicos y Sistemas (GIDEMS)

Hacia el año 1993, un enfermero que trabajaba en Jaén, Cajamarca (Perú), fue a la PUCP con el fin de solicitar ayuda para conseguir información sobre microprocesadores con el propósito de construir una incubadora para recién nacidos en alto riesgo. Bruno Castellón, así se llama este enfermero, nos resume la historia de su grupo de la siguiente manera:

Ser testigo de la muerte de un bebé prematuro en la ciudad de Jaén, al norte del Perú, por carencia de una incubadora el año 1990, cuando era estudiante de enfermería, me motivó a iniciar la búsqueda de apoyo para construir un equipo para la atención de recién nacidos. Tres años después se consiguió apoyo del Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYTEC, así como de la participación de docentes y estudiantes de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), apoyo con lo cual se logró construir un primer prototipo de incubadora.

A consecuencia del buen funcionamiento del prototipo y animados por un premio otorgado por la Compañía de Teléfonos (hoy Telefónica), se formó un equipo multidisciplinario de cinco personas, que en la PUCP desarrolló un segundo prototipo de incubadora el año 1995. Dos años después, el equipo fue invitado a participar en el 25 International Exhibitions of Invention – New Techniques and Products (Ginebra-Suiza). El segundo prototipo ya cumplía con los requerimientos de cualquier equipo comercial y por eso fue sometido a evaluación funcional los años 1997 al 1999, en el Instituto Materno Perinatal de Lima, atendiendo con éxito a más de 200 bebés.

El año 1999, el grupo es reconocido en la PUCP con el nombre de «Grupo de Investigación y Desarrollo de Equipos y Sistemas» (GIDEMS); y desde entonces ha crecido de forma sostenida hasta tener en la actualidad cuarenta y cinco integrantes, provenientes de varias universidades y de diferentes especialidades tales como de las ciencias exactas así como de las ciencias médicas.

El GIDEMS considera como elemento principal del proceso de investigación y desarrollo al «recurso humano capacitado» y para ello prepara sistemáticamente a sus integrantes con cursos complementarios a sus carreras profesionales, además fomenta valores morales y estimula la autoestima. Asimismo promueve el trabajo interdisciplinario e interinstitucional, para aprovechar experiencias académicas de otras realidades académicas y propiciar un ambiente académico competitivo.

El GIDEMS ha venido validando y consolidando, de forma natural, un modelo propio de investigación y desarrollo tecnológico, denominado «Sistema de Investigación Trueque» que se basa en el pago del costo de la capacitación medio de los resultados de sus trabajos de investigación de los mismos estudiantes; siendo las ganancias para la Universidad los prototipos, patentes, publicaciones, etc. y las ganancias para los estudiantes son conocimientos adquiridos y acreditados en una constancia que expide la Universidad, que finalmente es el pago más importante que recibe el estudiante. Esta forma de pago le permite al joven investigador excelentes oportunidades laborales, becas de estudios, tesis desarrollada, etc.

El costo directo tanto para los estudiantes del curso, como para la Universidad es bajo, debido a que el curso se dicta aprovechando los equipos, las aulas y laboratorios de la Universidad, que se encuentra desocupada durante las vacaciones. A este curso se le denominó «Curso para Formación de Investigadores Juniors».

Debido a que este curso tenía características especiales, se tuvo que diseñar un modelo de enseñanza aprendizaje denominado «Aprendizaje

Basado en la Competencia entre Equipos ABC/E». Modelo que aplica como estímulo de motivación, la competencia intelectual entre grupos de investigación (que se desenvuelve en forma de campeonato). De esta manera el proceso de investigación se ejecuta de forma divertida y emocionante, en la cual todos se esfuerzan por ser los mejores, lo que permite lograr resultados excepcionales.

Los estudiantes capacitados en los cursos conforman otros equipos de investigación que continúan los proyectos hasta lograr resultados de mayor importancia. De esta manera el GIDEMS ha logrado los resultados que presentamos en el siguiente cuadro.

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO	NÚMERO DE RESULTADOS
Premios ganados (Congresos, CONCYTEC, PUCP, Intercon, etc.)	17
Patentes en proceso final de trámite: <ul style="list-style-type: none"> • «Burbuja artificial neonatal» (Perú, Estados Unidos, Europa y Japón) • «Sensor de flujo de gases» (Perú y Estados Unidos) 	2
Patentes en desarrollo: «Equipo para ventiloterapia RN»	1
Proyectos ejecutados (del área de ingeniería biomédica)	20
Desarrollo de un «Modelo de evaluación de proyectos»	1
Desarrollo de un «Modelo de enseñanza aprendizaje ABC/E»	1
Estudiantes capacitados	Aprox. 120

La experiencia del GIDEMS podría tomarse como modelo para constituir un equipo de investigación, sin embargo a pesar de que el contexto situacional y el tiempo, son diferentes para cada equipo, hay algunos elementos básicos necesarios para implementar un «sistema de investigación» que son: una institución dispuesta a cambios, un líder capacitado para conducir personas que tienen un «interés común» (u objetivo común) y un plan estratégico que permita evaluar periódicamente los avances. En el caso del GIDEMS, el interés común que tenemos es «mejorar la calidad de vida de los recién nacidos humanos mediante la Ingeniería Neonatal».¹

¹ Informe inédito proporcionado por el investigador Bruno Castellón al autor a pedido de este último. El investigador Castellón, a la fecha, está por sustentar su tesis de maestría en Ingeniería Biomédica.

3.2.3. Caso 3: el Grupo de Investigación y Desarrollo de Medios y Tecnología Aplicados al Aprendizaje (AXIS Arte)

AXIS Arte es un grupo integrado por profesores, estudiantes, egresados y bachilleres de la Facultad y el Departamento de Arte de la PUCP con participación, además, de miembros de otras facultades. En palabras de una de sus fundadoras, la arquitecta Edith Meneses:

AXIS nace en respuesta a un conflicto académico: por cambios curriculares, los contenidos de tres cursos debieron replantearse en dos.

Como yo era la encargada de los cursos, planteé al equipo de profesores Lic. José Elías, Dis. Luz Hermoza y a la Arq. Pilar Kurelo, asumir el reto de una forma creativa, generándose la formación de un grupo de investigación aplicada en los temas de arte y diseño, al cual se decidió llamar AXIS Arte.

AXIS, por ser un grupo interdisciplinario con diferentes enfoques hacia un punto en común, por ser también la vértebra que permite movimiento axial (rotación) del cráneo, y es además el término que define al centro de la visión.

AXIS Arte nace con la intención de crear un espacio de intercambio de experiencias de especialistas sobre la aplicación del Dibujo Geométrico en las especialidades de Arte y Diseño, incorporando las nuevas estrategias y las TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación) al aprendizaje en forma lúdica y creativa. En nuestra creación recibimos apoyo de la Decana Anna Macagno, de la Facultad de Arte, del Director de la DAI, y del Dr. Juan Carlos Crespo de MAGIS PUCP.

A fines del 2001, postulamos al Concurso DAI para la Cartera de Proyectos 2002 con el Proyecto «AXIS MULTIMEDIA: Elaboración de material multimedia para el aprendizaje del dibujo en arte y diseño»; fuimos seleccionados y se nos dio la oportunidad de desarrollar un material multimedia para nuestros cursos, el cual venimos usando desde el 2002, y que ha permitido logros muy altos en el aprendizaje de los estudiantes, generando un gran interés y participación activa. Dicho material se renueva año a año con la incorporación de aportes de los estudiantes y bachilleres, además de los docentes del curso.

En mayo del 2002, AXIS Arte se presenta al Concurso de Proyectos Innovadores Creadores de Cultura, obteniendo un premio con el proyecto «AXIS Túcume: reconstrucción del vínculo cultural entre el patrimonio pre-hispánico y la comunidad. Recuperación de la iconografía y su aplicación en productos artesanales», a partir de un estudio, recopilación y sistematización de la iconografía, capacitamos y desarrollamos

capacidades artesanales en la comunidad de Túcume y formando una nueva generación de artesanos, recuperando e innovando la producción artesanal con identidad.

AXIS Arte fue invitado a participar en el Proyecto FIT PERU, Fortalecimiento Integral del Turismo, Convenio entre el Gobierno Peruano representado por MINCETUR y el Gobierno Español representado por AECI, en el Componente Conciencia Turística a través de la Capacitación - Sector Educación. Se firma el Acuerdo Interinstitucional entre AECI, organismo de Cooperación Internacional; MINCETUR, entidad del Gobierno a través del Viceministerio de Turismo (representados por FIT PERU); Municipio de Túcume; ACODET, organización de la sociedad civil de Túcume; y la PUCP (representada por AXIS Arte). Desde Septiembre 2003 a Julio del 2004 desarrollamos el proyecto «AXIS educa: educación para la conservación: material didáctico para el fortalecimiento de la identidad local» habiendo publicado una serie de materiales, entre ellos un libro de narraciones ilustradas y unos cuadernos interactivos sobre conservación del Patrimonio, que son entregados en los centros educativos de la comunidad de Túcume para afianzar valores esenciales en los niños y jóvenes, como son la identidad, la autoestima, el reconocimiento de su legado cultural y la conservación del Patrimonio como medio para el desarrollo sostenible.

En el marco del mismo Acuerdo Interinstitucional, incorporando además un Convenio existente entre el Ministerio de Educación y el MINCETUR, desde Setiembre del 2004, AXIS Arte ha propuesto el proyecto «AXIS EDU CAT Carreras Artesanales Técnicas en el Área de Educación para el trabajo en la Secundaria de Túcume», que tomando como antecedentes e insumos los dos últimos proyectos desarrollados en Túcume, busca introducir en la currícula de secundaria, en dos centros educativos piloto, el desarrollo de carreras artesanales técnicas que recojan la herencia y tradición cultural de la costa norte y en particular de la cultura Lambayeque desarrollada en Túcume y que se orienten también hacia el creciente flujo turístico que visita la zona (incluida en el Circuito Turístico Norte - CTN). Este proyecto se lleva a cabo tomando como punto de partida la nueva ley de educación que privilegia el desarrollo de capacidades productivas, emprendedoras e innovadoras en los jóvenes de secundaria.

Actualmente en el 2005, y en forma paralela, estamos trabajando en el último proyecto mencionado y además hemos iniciado las replicas del Proyecto «AXIS EDUCA: elaboración de materiales didácticos para el fortalecimiento de la identidad regional», en la Región Lambayeque y en la Región La Libertad.²

² Informe inédito proporcionado por la profesora Edith Meneses al autor a pedido de este último.

Entre las distinciones obtenidas por el grupo, se pueden destacar:

- Premio al proyecto «AXIS Túcume» en el Concurso de Proyectos Innovadores, Creadores de Cultura 2002, del Banco Mundial, al que se presentaron 900 proyectos a escala nacional;
- Proyecto «AXIS Multimedia», ganador en el Concurso Anual DAI PUCP, Cartera de Proyectos 2002;
- Proyecto «AXIS Color», ganador en el Concurso Anual DAI PUCP, Cartera de Proyectos 2003;
- Diploma de la Dirección Regional de Cultura del Instituto Nacional de Cultura (INC) Lambayeque y Museo de Sitio de Túcume por apoyo e identificación con el patrimonio cultural del distrito de Túcume;
- Medalla del Concejo Distrital de Túcume;
- Diploma del Municipio de San Pedro de Cajas, INC y Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) por participación de AXIS Arte como presidente de jurado en representación de la Facultad de Arte de la PUCP; y
- Diploma del Viceministerio de Turismo por la participación en FIT PERU 2004 y ganador del Premio de Creatividad Empresarial 2004 en el área de Educación.

Las publicaciones desarrolladas por AXIS Arte, hasta el momento, son:

- *El vuelo del ave mítica. Narraciones de Lambayeque* (2004);
- Cuaderno interactivo *Tradiciones y costumbres de Túcume* (2004);
- Cuaderno interactivo *Conservación del patrimonio arqueológico* (2004);
- Cuaderno interactivo *Patrimonio natural de Túcume* (2004);
- *Manual iconográfico de Túcume y la cultura Lambayeque* (en prensa);
- Folleto didáctico *Naymlap, el dios que vino del mar* (en prensa);
- Folleto didáctico *Túcume, el valle de las pirámides* (en prensa);
- Folleto didáctico *Túcume, tierra de campiñas y algarrobales* (en prensa);

- *Selección de textos «Dibujo Geométrico 1»* (Serie «Publicaciones para la docencia de la PUCP», 2002 y 2003);
- *Selección de textos «Dibujo Geométrico 2»* (Serie «Publicaciones para la docencia de la PUCP», 2003); y
- CD Multimedia PUCP *Manual de dibujo geométrico en arte y diseño* (2002).

Al inscribir a los primeros grupos en la DAI, lo primero que se notaba era que se inscribía gente con mucha voluntad y con ganas de hacer algo más que solo dictar cursos. El origen de este interés podía deberse a que se trataba de profesores con algún doctorado o especialización, o de profesores con muchas ganas de hacer investigación y desarrollo.

El panorama era algo borroso, poco definido, y por eso con la intención de entrenar tanto a los investigadores como a los potenciales investigadores y a sus colaboradores, la DAI, con la colaboración de la Dirección de Relaciones Internacionales y Cooperación (DRIC), desde mediados del año 2000, ofreció varios talleres para capacitar a docentes en la preparación de proyectos bajo el esquema del marco lógico. Al convocar a los docentes, sucedió que varios asistentes que trataban temas de interés común fueron integrándose en grupos afines. Por otro lado, en varios casos, se inscribieron en los cursos personas que formaban ya de por sí un grupo informal, no reconocido hasta ese momento por la universidad.

Un hecho interesante lo constituyen los cursos y talleres que reunieron a profesores y alumnos de distintas especialidades que trataban temas de interés común, pero desde distintos puntos de vista. Estos cursos reforzaron a los grupos ya existentes o, como se ha dicho, propiciaron la formación de algunos grupos nuevos.

Fue evidente, además, que, a pesar de compartir un interés común, no todos los miembros se interesaban en el mismo asunto. Algunos se interesaban por la investigación pura, otros se interesaban en el desarrollo de aplicaciones y otros en cómo generar beneficios económicos a partir del tema de interés común.

Los talleres sirvieron para cohesionar a las distintas personas que trabajaban temas comunes y sirvieron para que los integrantes de

cada grupo fueran definiendo y delimitando su parte y función en el trabajo de investigación. Como resultado (aunque no solo debido a los talleres), actualmente, la DAI ha registrado a más de sesenta grupos que incluyen a cerca de 600 personas.³

Podría decir como conclusión de estas actividades que uno de los principales factores de cohesión de los grupos era que se basaban en compartir una visión de futuro común y que funcionaban al comienzo sin una gran necesidad de establecer relaciones muy formales. Otro factor importante, casi implícito, era el deseo de trabajar por el país. En la mayoría de los talleres o cursos, la palabra 'país' siempre aparecía o se sentía presente.

Otro punto que debe destacarse es que, al comparar a los grupos a lo largo del tiempo, se observa que consiguen sobrevivir aquellos que definen sus objetivos y que pueden variar en función de los resultados que van obteniendo; es decir, los grupos necesitan de un período de maduración y, recién luego de un tiempo de actividades, experiencias y acuerdos, pueden proponer líneas de investigación. Al incluir a personas con distintas visiones acerca del tema de interés común y al tratarse de personas con una excelente formación universitaria, sus decisiones son bastante más acertadas y realistas que cuando un iluminado burócrata toma la decisión sobre qué, cómo y para qué debe investigarse.

Debo resaltar que, posteriormente, varios de los asistentes a los talleres participaron en cursos organizados por el Centro de Innovación y Desarrollo de la PUCP (CIDE-PUCP), donde prepararon planes de negocio. Es más, en varios casos, han formado sus correspondientes empresas como puede verse en CIDE-PUCP (2006).

La existencia de los grupos de investigación es un ejemplo muy claro de cómo se puede conseguir articular la I+D+I en una universidad. En mi opinión, un sistema promotor de la aparición y consolidación de los equipos de interés parece una alternativa interesante frente a la idea de constituir líneas de investigación. Adicionalmente, me

³ La relación de grupos de investigación de la PUCP ha sido elaborada por Karina Rebata y Gustavo Quesada y se puede consultar en PUCP 2006.

parece que esta idea de los grupos de interés debería ser ampliada y mejorada, y no quedarse circunscrita tan solo a la investigación. Para completar el circuito iniciado, se debería pasar a un nivel en el que se proponga la creación de equipos de interés en investigación, desarrollo e innovación.

Sería magnífico que, en otras universidades del Perú o de otros países, cundiera el ejemplo y aparecieran nuevos equipos de interés. Incluso, en la PUCP, desde el inicio, se invitó a que los grupos ya existentes aceptaran a miembros de otras universidades o de otras instituciones, lo que contribuiría a reforzar las relaciones entre las empresas, el gobierno y la universidad. Imagínese los resultados que se podrían obtener si, en estos grupos, participaran empresarios, gente del gobierno, banqueros, personal de los municipios o de las regiones: la gente no perteneciente a la universidad podría orientar mucho mejor la actividad de estos equipos.

Como se habrá podido observar, la diversidad de temas es bastante amplia y las posibilidades de tratar temas con la empresa y el gobierno son bastante fuertes, mucho más que si nos concentramos en la definición de las tan deseadas líneas de investigación. Además, como las personas se congregan alrededor de un interés común, el equipo vence dificultades y oposiciones con más facilidad que cuando un solo miembro de la comunidad universitaria pretende ser un campeón de la ciencia y la tecnología.

En la PUCP, la experiencia desarrollada con los grupos de investigación se está trasladando a la Facultad de Ciencias e Ingeniería con el nombre de 'equipos de interés' o «Proyecto e-quipu» (<http://equipos.pucp.edu.pe>). Otras unidades de la misma Universidad, como la Facultad de Ciencias y Arte de la Comunicación, la Facultad de Gestión y Alta Administración, la Dirección de Informática, la Dirección de Planeamiento y Evaluación, y el Centro de Innovación y Desarrollo están colaborando para que, al final, la propuesta sea asumida en todas las unidades de esta casa de estudios y, si es posible, sea difundida a otras universidades dentro y fuera del Perú.

3.3. Otro caso interesante: los grupos 1x12 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos - Sección Perú

Además de los grupos de investigación de la DAI, una excelente referencia para organizar los equipos de interés la encontramos en la Sección Perú del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). En esta organización, parte del IEEE mundial, bajo la inspiración, esfuerzo y promoción del ingeniero José Valdez Calle, se ha creado un sistema de equipos de interés denominado 'grupos 1x12', cuyas características se pueden encontrar en Grupos 1x12 (2006). En dicha página web, encontramos la siguiente declaración:

Misión:

Preparar y discutir trabajos sobre inquietudes y experiencias de la profesión, en forma mensual.

El Grupo 1x12 está compuesto por 12 profesionales amigos cuya actividad esté relacionada a los temas de un Capítulo Técnico del IEEE.

Descripción:

Los Grupos 1x12 son los pequeños grupos de trabajo de cada Capítulo Técnico. Cada Capítulo Técnico debe tener la mayor cantidad posible de estos grupos. Debe de haber un Presidente y un Secretario del Grupo. Se debe de coordinar con la Sección Perú para hacer oficial la creación de un nuevo Grupo 1x12 y ubicarlo dentro de las actividades de un Capítulo Técnico.

La Sección Perú da las pautas mínimas para el intercambio de experiencias y autocapacitación entre los miembros de esta clase de grupo, pero el Grupo puede determinar otros objetivos de acuerdo a las expectativas de cada Grupo. Las decisiones deben de tomarse en forma grupal.

Las actividades de los Grupo 1x12 deben de reportarse al Capítulo de la Sociedad a la que pertenece o a la Directiva de la Sección Perú, la forma más sencilla de hacerlo es a través del correo electrónico.

Compromisos para cada reunión mensual:

- Uno del grupo lee un trabajo técnico sobre inquietudes y/o experiencias profesionales, por 30 minutos. Discutir lo presentado, por 30 minutos.
- Hacer un breve resumen de la discusión, por 30 minutos.
- Archivar y publicar el trabajo, impreso o en INTERNET.
- Asistir a las doce reuniones en el año.

Motivaciones para los Grupos 1x12:

La Junta Directiva de la Sección Perú decidirá cuáles son los mejores Grupos 1x12 del año y se les hará entrega de un premio a la perseverancia ofrecido por el Ing. José Valdez Calle.

Para la calificación del mejor Grupo 1x12 se tomarán los siguientes criterios:

- a. Plan de trabajo
- b. Cumplimiento del Plan
- c. Preparación del Resumen de la discusión
- d. Archivo del Trabajo y el Resumen de la discusión
- e. Impresión y difusión
- f. Archivo en INTERNET
- g. Contenido de los trabajos. (Grupos 1x12 2006)

En la misma página web de la Sección Perú del IEEE, pueden encontrarse más datos sobre el sistema de grupos 1x12 y sobre los grupos actualmente existentes. Combínense estas ideas con las de los grupos existentes en las universidades y facilítese que, en los grupos, haya gente de la universidad, de la empresa y del gobierno: la mezcla puede resultar en una generación explosiva de conocimiento y riqueza. Sin embargo, como bien hace notar Valdez, creador del sistema de grupos 1x12, la persistencia es fundamental. Por ello, el mismo Valdez promueve un premio anual con el que se alienta a aquellos grupos que se reúnen regularmente y dejan información escrita de sus reuniones, en las que los miembros aportan material interesante y útil para sus compañeros y para la sociedad. Por ello, cerraré el capítulo con el tema de la motivación, el cual es fundamental para que los grupos crezcan y se desarrollen.

3.4. Articulación de los equipos

La experiencia en la DAI y de la Sección Perú del IEEE demostró la conveniencia de presentar a las distintas agrupaciones en un ambiente común. Este ambiente es un lugar propicio para que cualquier ciudadano se entere de lo que hacen los distintos grupos y pueda aportar ideas, propuestas o, bajo el ejemplo, formar un grupo propio. Es necesario, entonces, disponer de un servidor que, bajo reglas de juego adecuadas, aloje a los grupos y les permita contactarse con

otros interesados. Más adelante, se darán algunas pautas sobre las características que debería tener la red ciudadana que agrupe a los equipos de interés.

4. El contexto en una universidad generadora de conocimiento

Por supuesto que la idea de promover los equipos de interés no es suficiente por sí sola. La misma universidad, a través de iniciativas no necesariamente formales, puede organizarse adecuadamente y, para ello, se debe conseguir articular las actividades de I+D+I en una universidad. Si se cuenta con el apoyo de la organización formal, es de suponer que los resultados positivos se darán con mayor rapidez.

La idea inicial en la DAI de promover los grupos de investigación debe ampliarse aún más. Toca ahora promover la formación de equipos de interés. Un equipo de interés puede derivar a temas de mayor nivel según vaya madurando a lo largo del tiempo y, según sus avances, puede realizar investigación, desarrollo, innovación, proyección social, proyección cultural o una combinación de las actividades mencionadas. El equipo de interés puede ser la base para que una universidad, en países en vías de desarrollo, pueda contribuir a la generación de conocimiento. Sin embargo, ¿qué significa esto?

Para responder a la pregunta, primero, se presentará la idea genérica de una universidad generadora de conocimiento y en donde los equipos de interés pasan a ser un eje estratégico de esta.

Como ya se ha comentado desde el inicio de este libro, la trilogía I+D+I consiste en que las personas, basadas en un determinado conocimiento (resultado de la investigación), desarrollan un variado tipo de aplicaciones que dan o pretenden dar soluciones a problemas reales. Cuando estas aplicaciones son aceptadas por el mercado y, gracias a esto, se obtienen beneficios económicos, se consigue la innovación.

Esta idea tan simple choca con la mentalidad típica del universitario en países como el Perú. En nuestro ambiente, las universidades consideran que sus integrantes trabajamos para el bien común y que

no somos mercaderes. Lo que es peor, nos encontramos en un país en donde el lucro no es algo muy bien visto. Esta idea de una universidad benefactora la comparten, de alguna manera, muchos empresarios que esperan que la universidad investigue y, luego, les obsequie el conocimiento, ya que supuestamente ellos serían los indicados para producir y hacer negocios.

Por lo anterior, considero que parte del problema es la mentalidad, la cultura de los habitantes del mismo país. En el caso de países como el Perú, nos encontramos con las siguientes características:

- país medianamente pobre;
- desorganizado;
- muchas necesidades;
- mercados aparentemente reducidos;
- se desconoce el tema de la propiedad intelectual; y
- gente desilusionada, desmotivada y desconfiada.

A su vez, nuestras universidades se pueden caracterizar de la siguiente manera:

- dedicadas a la formación de egresados (cosa que hacemos bien);
- centradas en el proceso de enseñanza (*magister dixit*) y no en el de aprendizaje;
- no producen conocimiento nuevo, sino que solo lo reciben y lo retransmiten;
- desligadas de un proyecto nacional de desarrollo; y
- desinteresadas del tema de la innovación.

Frente a este contexto, nos asalta la incertidumbre: ¿qué hacer?, ¿por dónde empezar? La respuesta es que debemos esforzarnos por convertir a las universidades en centros de generación de conocimiento y de riqueza, sin necesidad de grandes gastos; reorganizar sus actividades; buscar convergencia de intereses; y fomentar el espíritu innovador, el emprendimiento.

5. ¿Qué es una universidad generadora de conocimiento?

El estudiante ingresa a esta universidad modelo con intereses más o menos amplios. Le interesa estudiar una carrera determinada; pero, además, ingresa a la universidad porque sabe que ahí se tratan temas que le agradan y le atraen.

Así, durante el primero o los dos primeros años de aprendizaje, además de estudiar los cursos regulares relativos a su carrera, participa como asistente o colaborador en un equipo de interés y, en su participación, va definiendo los temas en los que le gustaría trabajar cuando termine sus estudios. El alumno asiste a las reuniones y puede apoyar a la organización con tareas sencillas tales como pasar la lista, preocuparse de que las exposiciones sean registradas y publicadas, ayudar a difundir las presentaciones, etc.

A partir del segundo o tercer año, el alumno ya sabe en qué tema le agrada trabajar y el equipo de interés con el cual quiere relacionar sus estudios. En esta etapa, el alumno debe tener una idea genérica de su trabajo de tesis o proyecto de fin de carrera. Con esta idea, durante el resto de sus estudios, el alumno relacionará sus tareas en los cursos, sus temas de estudio y sus prácticas pre-profesionales a la tesis o al proyecto de fin de carrera que va a desarrollar.

Se pretende que, durante este tiempo, guiado por el equipo, el alumno ayude a conseguir información y aporte material útil para la memoria del equipo, y, al mismo tiempo, vaya precisando los alcances de su trabajo de tesis. En esa dinámica, el alumno y sus profesores van descubriendo el mercado de trabajo en su país y el mundo que esté relacionado con los temas de interés del equipo. De esa manera, se está formando a un profesional con los pies en la tierra, que, al egresar, puede ir con más seguridad a las empresas o a los organismos en las que desea trabajar, a las universidades en las que quiere realizar estudios de postgrado o a participar en la creación de una nueva empresa.

Cuando un equipo sobrevive a lo largo del tiempo, debe suceder que algunos de sus miembros se preocupen sobre cómo generar recursos económicos sobre la base del conocimiento desarrollado. In-

cluso esta actividad la pueden insertar como parte de los trabajos de tesis o proyectos de fin de carrera de los miembros del equipo que pertenezcan a especialidades de administración, gestión, ingeniería industrial, economía o áreas similares.

En lo que se refiere a los planes de estudios de las carreras, sería ideal que estos fomentaran la participación de los alumnos en los equipos de interés y, por ello, los cursos de las carreras deberían incluir temas y actividades que fomenten la innovación y el emprendimiento.

En lo que respecta a los profesores que participan en estos equipos de interés, con el tiempo y a medida que asesoran trabajos de tesis relacionados entre sí, ligados a necesidades de la industria y dedicados a temas del mismo tipo, acaban convirtiéndose en expertos reconocidos y publican investigaciones en el ámbito internacional. Gracias a ello, se generan, entre otros, estos resultados:

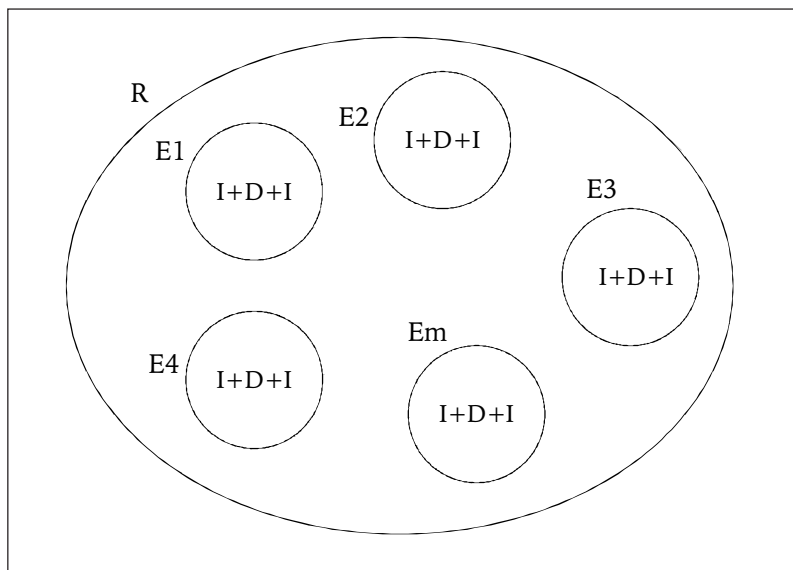
- tesis,
- artículos académicos,
- libros (publicaciones en general),
- patentes y
- consultorías a empresas.

Gracias a haberse convertido en expertos reconocidos, los profesores logran establecer buenas relaciones con el sector empresarial y gubernamental, y acaban por tener a su cargo la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo a mediano y largo plazo. De esa manera, alimentan al mismo equipo, crean otros nuevos equipos y siempre contribuyen a generar riqueza para su universidad y su país.

Además de lo anterior, con los equipos en funciones, se desarrolla la capacidad de preparar y ejecutar proyectos, capacidad con muy pocos expertos en países poco desarrollados y en los que, con frecuencia, los recursos se pierden por la falta de proyectos y de personas que puedan ejecutarlos. Asimismo, estos equipos ayudan a que la universidad y el medio generen marcos de apoyo para la creación de empresas de base tecnológica. Esto incluye apoyos legales, financieras o de infraestructura.

Un esquema de una red de equipos de interés en investigación, desarrollo e innovación sería el siguiente:

Figura 6. Equipos de interés en I+D+I



6. Los equipos de interés: una herramienta para el desarrollo

Para que la red ciudadana funcione, y para poder comparar y contrastar los avances de los distintos equipos de interés, es necesario dar unas reglas de juego que se propone sean las siguientes:

6.1. ¿Qué debe realizar un equipo de interés?

- Reuniones periódicas (por lo menos, una al mes);
- publicar un informe de una página al mes, registrada en la página web de la universidad;
- definir objetivos, metas e intenciones en una primera etapa;
- desarrollar un plan estratégico en su primer año de existencia;

- e. proponer trabajos de tesis relacionados con los temas del equipo y que ayuden a los objetivos del equipo;
- f. relacionar a los estudiantes miembros del equipo con prácticas profesionales relacionadas con los temas de interés del equipo;
- g. entrenarse en la preparación de proyectos;
- h. relacionar los cursos de los estudiantes miembros con los temas de interés del equipo. Ofrecer a los profesores de los cursos entre los que existe relación preparar trabajos complementarios a las actividades que se desarrollen en clase; y
- i. relacionar los temas del equipo de interés con necesidades de las empresas y del país.

6.2. ¿Qué puede brindar la universidad?

Los gastos mínimos que el aparato formal de una universidad que acepte promover equipos de interés en su organización serían los siguientes:

- a. espacio en su página web;
- b. registro y control de avances;
- c. espacio para relacionarse;
- d. aulas, ambientes de reunión;
- e. contacto con posibles financiadores, facilitadores, colaboradores;
- f. dependiendo del caso, ayuda en los laboratorios;
- g. cartas de presentación ante empresas y gobierno;
- h. fondos a través de concursos;
- i. premios;
- j. entrenamiento para desarrollar planes estratégicos, planes de negocio, conocer cómo preparara proyectos, planes de tesis, etc.;
- k. espacio para que los equipos ofrezcan cursos, seminarios, conferencias;
- l. presentación ante organismos internacionales;
- m. sistema de titulación y de prácticas adaptado a los equipos; y
- n. toda facilidad que pueda darse dentro de sus alcances.

6.3. Clasificación de los equipos de interés

Con el tiempo y bajo el supuesto de que la idea tome cuerpo y sea aceptada, se vuelve conveniente clasificar a los equipos en función de su avance. Para ello, se propone la siguiente clasificación:

- equipo de interés inicial,
- equipo de interés junior,
- equipo de interés senior,
- equipo de interés de master y
- equipo de interés en coma (y, de repente, fallecidos).

Asimismo, según su orientación, podrían definirse como:

- equipo de interés de investigación, desarrollo e innovación;
- equipo de interés de proyección social,
- equipo de interés cultural,
- equipo de interés religioso,
- equipo de interés político,
- equipo de interés deportivo, y
- equipo de interés gremial.

Los equipos de interés podrían clasificarse de acuerdo con la siguiente matriz:

	I+D+I	PROYECCIÓN SOCIAL	CULTURAL	RELIGIOSO	POLÍTICO	DEPORTIVO
Inicial						
Junior						
Senior						
Master						
Coma						

El ‘equipo inicial’ es el que solo declara sus intenciones e informa sobre su existencia. Ante esta declaración, la universidad puede registrarlo y darle un tiempo de vida reconocido. Si, durante un año, el equipo embrionario se reúne regularmente, publica una vez al mes un

breve informe sobre sus reuniones y diseña un plan estratégico básico, el equipo podría pasar a la categoría de ‘equipo junior’. Supongamos que, luego de un par de años, el equipo juvenil ya está constituido: sus miembros tienen reuniones regulares, publican sus informes y tienen tesis trabajando temas de interés, así como profesores orientadores comprometidos con el equipo. Este equipo podría ascender a la categoría de ‘equipo senior’. Si, posteriormente, los trabajos de tesis de la gente del equipo se convierten en tesis, sus miembros publican artículos en revistas o publican libros, y lo hacen de una manera regular o sostenida, el equipo podría ascender a la categoría de ‘equipo de master’. Finalmente, si, en cualquiera de estas etapas, el equipo se desmembra y no cumple con los requerimientos, puede también ir perdiendo categoría y, en el peor de los casos, incluso puede declarársele como ‘equipo en coma’.

¿Puede imaginarse que una universidad sea conocida por los equipos de interés que tenga? Los equipos de interés pueden ayudar a despertar el espíritu emprendedor, generar conocimiento, riqueza y una mejor inserción laboral de los egresados. ¿Puede observarse que, para crear un equipo de interés, no se necesita de la autorización de ninguna institución y que incluso pueden constituirse a pesar de la oposición de la estructura formal?; ¿puede verse que, si la idea fuera aceptada por varias universidades, estas pueden armar una red ciudadana más amplia que contacte entre sí a todos los equipos de interés y fomente la interacción entre universitarios de distintas instituciones?; ¿y qué pasaría si la red ciudadana de equipos de interés en investigación, desarrollo e innovación creciera e incluyera a instituciones del gobierno y empresas?; ¿no estaríamos provocando, de esta manera, la articulación de un Sistema Nacional de Innovación de abajo hacia arriba, sólido en sus bases y, además, con gente ilusionada y motivada porque está trabajando en lo que le agrada y en aquello en lo que desea trabajar una buena parte de su vida?; ¿y, finalmente, puede el lector imaginarse que estos equipos de interés se conecten a los colegios?; ¿no estaríamos creando mecanismos para que los escolares ingresen a las universidades con una mayor conciencia de sus potenciales y de sus gustos, y, así, trabajen en la creación de su propio futuro profesional?

CONCLUSIONES

Al llegar al final de este ensayo, es necesario hacer un recuento de lo expuesto y tratar de dejar fijadas las ideas principales de este libro.

En primer lugar, se pretende haber mostrado que los países subdesarrollados tenemos que embarcarnos en un ambicioso programa que fomente la generación de conocimiento y que facilite el que este conocimiento se convierta en riqueza material e inmaterial que mejore la calidad de vida de sus habitantes.

En segundo lugar, debe haber quedado clara la idea sobre la necesidad de invertir recursos tanto en educación, por un lado, como en investigación, desarrollo e innovación por otro.

En tercer lugar, este ensayo, al dedicarse a explorar el tema de investigación, desarrollo e innovación, ha mostrado cómo la universidad es el lugar ideal para facilitar la generación de conocimiento. Sin embargo, se ha mostrado también que, en los países subdesarrollados, las universidades son meras recopiladoras y transmisoras de conocimiento, mas no necesariamente creadoras.

En cuarto lugar, se ha planteado la posibilidad de provocar una revolución pacífica que, aprovechando las posibilidades que brindan las nuevas tecnologías de información y comunicación, fomente nuevas formas de actuar y pensar, y despierte el potencial del sistema universitario.

En quinto lugar, y como consecuencia de lo anterior, se han propuesto dos tipos de campaña: una aguijoneadora y estimulante, que consiste en la creación y la difusión de la categoría de 'países necios';

otra más prometedora y motivadora, que consiste en crear redes ciudadanas de equipos de interés. Estos equipos, formados por personas que comparten intereses comunes o complementarios con respecto a sus planes de vida, aprovechan el sistema universitario, conservador por naturaleza, sin alterar necesariamente su estructura formal, con el fin de dedicarse a lo que más les agrada y, al mismo tiempo, provocar la generación de conocimiento, origen de la mejora en la calidad de vida de las personas.

BIBLIOGRAFÍA

ABREU, Alice

- 2004 *Bienvenidos a la primera reunión de ministros y altas autoridades de ciencia y tecnología en el ámbito CIDI. Lima, Perú. 11-12 de noviembre de 2004* [en línea]. Washington D. C.: Oficina de Educación, Ciencia y Tecnología de la Organización de Estados Americanos. <http://www.science.oas.org/ministerial/espanol/cpo_ciencia.asp>.

ASCÓN, Miguel

- 2002 *La Red Mundial de Científicos Peruanos (RMCP)* [en línea]. [Carnegie Mellon]: Lycos. <http://cientificosperu_red.tripod.com/Cientificos00Peruanos/>.

ASOCIACIÓN DE AFP

- 2005 *Asociación de AFP* [en línea]. [Lima]: Asociación de AFP del Perú. <<http://www.asociacionafp.com.pe/>>.

BORDOGNA, Joseph

- 1997 *Engineering the Future: Making Choices* [en línea]. Oklahoma: National Science Foundation. <<http://www.nsf.gov/news/speeches/bordogna/jbosu2.htm>>.

BOSCH, Horacio

- 2000 *Gestión de tecnología* [en línea]. Washington D. C.: Organización de Estados Iberoamericanos para la Ciencia y la Cultura. Sala de lectura CTS+I. Ciencia, tecnología, sociedad e innovación. <<http://www.campus-oei.org/salactsi/gestec.pdf>>.

BÚCAR, Maja

- 2001 *Technology and Industry Scoreboard, Towards a Knowledge Based Economy: A Double Challenge to Transition Countries* [en línea]. París: Organización Económica de Cooperación para el Desarrollo. <<http://64.233.179.104/search?q=cache:qP-fz0YARd0J:business2.unisa.edu.au/cid/publications/Dubrovnik2004/bucar.pdf+%22Technology+and+Industry+Scoreboard,+towards+a+knowledge+based+economy%22&hl=es&gl=pe&ct=clnk&cd=1>>.

CENTRO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ (CIDE-PUCP)

- 2006 *Pontificia Universidad Católica del Perú. Centro de Innovación y Desarrollo* [en línea]. Lima: PUCP. <<http://www.pucp.edu.pe/~cide/>>.

CIUDADANOS AL DÍA (CAD)

- 2005 *Portal de Ciudadanos al Día* [en línea]. Lima: CAD. <<http://www.ciudadanosaldia.org/>>.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CONCYTEC)

- 2004 *Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica* [en línea]. Lima: CONCYTEC. <<http://www.concytec.gob.pe>>.

COUNCIL OF ECONOMIC ADVISERS (CEA)

- 1995 *Supporting Research and Development to Promote Economic Growth: The Federal Government's Role* [en línea]. [Washington D. C.]: CEA White Papers. <<http://clinton2.nara.gov/WH/EOP/CEA/econ/html/econ-top.html>>.

CUCHO, Mariano

- 2001 *Indicadores de ciencia, tecnología e innovación tecnológica. Década de los 90. Perú*. Lima: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

DEMANTOVA, Carlos

- 2006 *Trading and Technology Transfer in the XXIst Century: A Contribution to Economic and Social Development* [en línea]. [Lisboa]: IN + Center for Innovation, Technology and Policy Research. <<http://in3.dem.ist.utl.pt/downloads/cur2000/posters/pos020.pdf>>.

DIVISIÓN DE ESTADÍSTICA DE LAS NACIONES UNIDAS (UNSD)

- 2006 *World Comparison Real Gross Domestic Product and Purchasing Power* [en línea]. Nueva York: UNSD. <http://unstats.un.org/unsd/methods/icp/gdp/gdp06_hm.htm>.

ERNST & YOUNG

- 2005 *Beating the Argentine Disease: A Call to Action. The Knowledge Economy* [en línea]. [Wellington]: Ministerio de Desarrollo Económico de [1999] Nueva Zelanda. <http://www.med.govt.nz/templates/MultipageDocumentPage___17262.aspx>.

EVENSON, Robert E.

- 2001 «Economic Impacts of Agricultural Research and Extension». En B. L. Gardner y G. C. Rausser (eds.). *Handbook of Agricultural Economics*. Amsterdam: Elsevier, pp. 573-628. También disponible en *EconPapers: economics at your fingerprints* [en línea]. Örebro: Department of Business, Economics, Statistics and Informatics at Örebro University. <<http://econpapers.repec.org/bookchap/eeehagchp/>>.

FORO EDUCATIVO

- 2001 *La universidad que el Perú necesita*. Lima: Foro Educativo y Consorcio de Universidades.

GARCÍA-PELAYO Y GROSS, Ramón

- 1972 *Diccionario Enciclopédico Larousse*. París: Larousse.

GARFIELD, Eugene

- 2006 *Eugene Garfield, Ph. D.* [en línea]. Filadelfia: Universidad de Pensilvania. <<http://www.garfield.library.upenn.edu/>>.

GOBIERNO DE CHILE

- 2004 *Gobierno en marcha. Programa de Gobierno. Crecimiento económico. Más y mejores empleos* [en línea]. Santiago de Chile: Ministerio Secretaría General de Gobierno. <http://www.gobiernodechile.cl/programas/pgm_gob_economia.asp>.

GRUPOS 1 x12 DEL INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (IEEE) - SECCIÓN PERÚ

- 2006 *Grupos 1x12 IEEE Sección Perú* [en línea]. Lima: Sección Perú del IEEE. <<http://www.ewh.ieee.org/r9/peru/grupos1x12/index.html>>.

HEISEY, Paul W.

- 2001 *Issues in Food Security. Agricultural Research and Development. Agricultural Productivity, and Food Security* [en línea]. Washington D.C.: United States Department of Agriculture. Economic Research Service. <<http://www.ers.usda.gov/publications/aib765/aib765-10.pdf>>.

HERRERA, Gonzalo

- 2003 *Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica de Chile «Chile Innova» del [2000] Ministerio de Economía* [en línea]. Santiago de Chile: Gobierno de Chile. Ministerio de Economía y Energía. <<http://www.innovacion.cl>>.

INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE (IRI)

- 2005 *Industrial Research Institute. Innovation in R&D Management* [en línea]. Arlington: IRI. <<http://www.iriinc.org/>>.

KASH, Don E. y Robert W. RYCROFT

- 1998 «Technology Policy in the 21st Century: How Will We Adapt to Complexity?». *Science and Public Policy*, vol. 25, n.º 2, pp. 70-86.

KINARD, Brian y John BALBACH

- 2001 «A Venture Capitalist's View of Engineers». *IEEE Spectrum*, vol. 38, n.º 11, pp. 14-15.

KROHLING, Margarida

- 1992 *Universidad y comunicación en la construcción de la sociedad*. San Pablo: Loyola.

LÉVY, Pierre

- 2001a *L'intelligenza collettiva* [en línea]. [Macerata]: Mercurio Net. <<http://www.mercurio.it/u/pgr/comunica/levy.htm>>.
- 2001b *El anillo de oro. Inteligencia colectiva y propiedad intelectual* [en línea]. sinDominio.net. <<http://www.sindominio.net/biblioweb/telematica/levy.html>>.

LOPES, José Leite

- 1970 «La ciencia, el desarrollo económico y el tercer mundo». En Amílcar O. Herrera (ed.). *América Latina, ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad*. Santiago de Chile: Universitaria, pp. 44-58.

MADDISON, Angus

- 1998 *Historia del desarrollo capitalista, sus fuerzas dinámicas: una visión comparada a largo plazo*. Barcelona: Ariel.
- 2001 *The World Economy: A Millenial Perspective*. París: OECD Development Centre Studies Publications.
- 2005 *Historical Statistics*. World Population, GDP and Per Capita GDP, 1-2001 AD [en línea]. Groningen: University of Groningen. <<http://www.ggdc.net/Maddison/>>.

MATTELART, Armand

- 2002 *Historia de la sociedad de la información*. Barcelona: Paidós.

MAYANS I PLANELL, Joan y Aida SÁNCHEZ DE SERDIO

- 2003 *Redes ciudadanas y nuevas centralidades en la producción de conocimiento* [en línea]. Barcelona: Revista Novedades-ICTnet! v.2.0, n.º 135 y 136. <<http://www.ictnet.es/novedades>>. También disponible en *Archivo del Observatorio para la CiberSociedad* [en línea]. [Barcelona]: Observatorio para la CiberSociedad. <<http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=33>>.

MAYORGA, Román

- 1997 *Cerrando la brecha* [en línea]. Washington D. C.: Organización de Estados Iberoamericanos para la Ciencia y la Cultura. Sala de lectura CTS+I. Ciencia, tecnología, sociedad e innovación. <<http://www.campus-oei.org/salactsi/mayorga.htm>>.

MULLIN, Jim

- 2002 *Un análisis del sistema peruano de innovación. Una contribución al desarrollo del Programa de Ciencia y Tecnología BID/Perú Proyecto PE-0203* [en línea]. Lima: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. <<http://ap.concytec.gob.pe/planctei/download/Un%20 Analisis%20del%20Sistema%20Peruano%20de%20 Innovacion%20-%20Mullin.pdf>>.

MULLOCH, Mark

- 2001 «Prefacio». En Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). *Informe sobre el Desarrollo Humano*. Nueva York: Mundi-Prensa, pp. III-IV.

MURAKAMI, T. y T. NISHIWAKI

- 1993 *Estrategia para la creación*. México, D. F.: Panorama.

NADIRI, M. Ishaq

- 1993 *Innovations and Technological Spillovers* [en línea]. Arlington: The National Science Foundation. Science and Engineering Indicators 2000. <<http://www.nsf.gov/sbe/srs/seind00/pdfstart.htm>>.

NEGROPONTE, Nicolás

- 2000 *Ser digital*. Barcelona: Ediciones B.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL (UNIDO)

- 2004 *Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial* [en línea]. Viena: UNIDO. <<http://www.unido.org/>>.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO)

- 1998a *Informe mundial sobre la ciencia*. Madrid: Santillana.
1998b *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción* [en línea]. París: UNESCO. <http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm>.

ORGANIZACIÓN ECONÓMICA DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO (OECD)

- 2003 *Science, Technology and Industry Technology 2003. Towards a Knowledge-based Economy* [en línea]. París: OECD. <<http://www1.oecd.org/publications/e-book/92-2003-04-1-7294/>>.
2005a *Organización Económica de Cooperación para el Desarrollo* [en línea]. París: OECD. <<http://www.oecd.org/>>.
2005b *The World Economy* [en línea]. París: OECD. <<http://www.theworldeconomy.org/publications/worldconomy/>>.

PALESTRA

- 2004 *Palestra. Portal de Asuntos Públicos de la Pontificia Universidad Católica del Perú* [en línea]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. <<http://palestra.pucp.edu.pe/index.php?id=69>>.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ (PUCP)

- 2006 *Pontificia Universidad Católica del Perú. Investigación – Redes y Grupos – Grupos* [en línea]. Lima: PUCP. <<http://www.pucp.edu.pe/investigacion/?grupos>>.

PÓR, George

- 1999 *The Quest for Collective Intelligence* [en línea]. [San Francisco]: Vision Nest Publishing. <<http://www.vision-nest.com/cbw/Quest.html>>.

PRINS, Arturo

- 2001 *Cuando seamos ricos, haremos ciencia* [en línea]. [Patagonia]: Biblioteca Central. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. <[http:// biblioteca.unp.edu.ar/asignaturas/economia2/articulos/art-bolilla%20V/ricos%20haremos%20ciencia.htm](http://biblioteca.unp.edu.ar/asignaturas/economia2/articulos/art-bolilla%20V/ricos%20haremos%20ciencia.htm)>.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD)

- 2001 *Informe sobre el desarrollo humano*. Nueva York: Mundi-Prensa.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

- 2001 *Diccionario de la Lengua Española*. 22.^a ed. Madrid: Espasa.

RED DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA IBEROAMERICANA E INTERAMERICANA (RICYT)

- 2005 *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana* [en línea]. Buenos Aires: RICYT. <<http://www.science.oas.org/RICYT/>>.

RED MUNDIAL DE CIENTÍFICOS PERUANOS (RMCP)

- 2005 *La producción científica en el Perú en el 2005* [en línea]. [Lima]: <<http://www.RMCP-peru.org/docsred.htm>>.

REIS, D. R., H. DIZ y B. RUIVO

- 2000 *Comercialización y transferencia de tecnología en el siglo XXI* [en línea]. [Lisboa]: IN + Center for Innovation, Technology and Policy Research. <<http://in3.dem.ist.utl.pt/downloads/cur2000/posters/pos001.pdf>>.

RODRÍGUEZ, Katya

- 2000 *Juan Alberto Grieve Becerra*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

SÁBATO, Jorge y Natalio BOTANA

- 1970 «La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina». En Amílcar O. Herrera (ed.). *América Latina, ciencia y tecnología en el desarrollo de la sociedad*. Santiago de Chile: Universitaria, pp. 59-76.

SAGASTI, Francisco y otros

- 1988 *Conocimiento y desarrollo: ensayos sobre ciencia y tecnología*. Lima: Grade-Mosca Azul.

SANROMÀ, Manuel

1999 *Las redes ciudadanas* [en línea]. [La Rectoría]: La Factoría. <<http://www.lafactoriaweb.com/articulos/sanroma.htm>>.

SERRA, Arthur

2000 *Redes ciudadanas: construyendo nuevas sociedades de la era digital* [en línea]. Barcelona: Global CN2000. <<http://globalcn.tc.ca/barcelona/doc/arturpaper.doc>>.

SOLOW, Robert y Michael J. BOSKIN

1995 *Indicadores de ciencia e ingeniería. Reporte de la CEA de octubre de 1995* [en línea]. [Washington D. C.]: Council of Economic Advisers (CEA). <<http://clinton2.nara.gov/WH/EOP/CEA/html/index.html>>.

WEATHERFORD, Jack

1998 *La historia del dinero, de la piedra arenisca al ciberespacio*. Santiago de Chile: Andrés Bello.

WIKIPEDIA

2006 *Wikipedia, la enciclopedia libre* [en línea]. Wikimedia Group. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>>.