

Políticas de I+D en Asia

Japón, India, China y Corea del Sur



CASA ASIA



Políticas de I+D en Asia

Japón - India - China - Corea del Sur

Políticas de I+D en Asia

Japón - India - China - Corea del Sur

Depósito legal:

Edita, produce y coordina:

©Casa Asia

Diagonal 373

08008 Barcelona

Tel: 93 368 03 20

Fax: 93 368 03 33

casaasia@casaasia.es

www.casaasia.es

Maquetación y diseño:

Ingogroup, impresión y diseño, S.A.

Estudio realizado para Casa Asia por:

Masuo Aizawa, miembro ejecutivo del Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas, Oficina del Consejo de Ministros de Japón.

Laxman Prasad, asesor del National Science and Technology Management Information System (NSTMIS), departamento de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la India.

Moon Su-Yeon, doctor e investigador de la División de Cooperación Tecnológica Internacional, Departamento de Estrategia y Planificación Tecnológica del Korea Institute of Industrial Technology Evaluation and Planning (ITEP).

Zeng Guoping, profesor y director del Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad de Tsinghua (Pekín).



Prólogo

Uno de los objetivos prioritarios de Casa Asia es el de difundir información sobre la vanguardia de la ciencia y la tecnología en Asia, con el convencimiento de que un mayor conocimiento de las experiencias de éxito que se han dado en Asia-Pacífico sobre innovación y nuevas tecnologías supondrá un aliciente para aumentar la competitividad tecnológica de nuestro país en el difícil contexto económico actual.

La innovación es, hoy más que nunca, un elemento esencial para aumentar la competitividad y tener éxito en los mercados internacionales. Es por ello que algunos países asiáticos están llevando a cabo una fuerte apuesta por las inversiones en I+D, llegando incluso a desbancar a países que tradicionalmente se han situado a la vanguardia en la inversión científica y tecnológica. Paradigma de esta realidad es China que ha sido uno de los países donde el desarrollo científico y tecnológico ha avanzado más en los últimos años. A finales del año 2006 se convertía ya en el segundo inversor mundial en I+D, por delante de Japón y tan sólo por detrás de los Estados Unidos. Asimismo, Japón es uno de los países que más presupuesto dedica a la I+D a nivel mundial, situándose su porcentaje de inversión en los últimos años por encima del 3% del PIB (3,6% del PIB en 2007). También Corea del Sur, un país que cuando promulgó su primer Plan económico en 1962 contaba con una inversión total en I+D del 0,2% del PIB, se sitúa en la actualidad en torno al 3,22% y ha establecido el ambicioso objetivo de alcanzar el 5% del PIB en inversión en I+D para el año 2012. Entre los países analizados sólo la India cuenta con un presupuesto en I+D inferior al español. La inversión española en I+D se sitúa en torno al 1,2% del PIB, mientras que el porcentaje en la India es de un 0.89% del PIB.

En Japón, China y Corea del Sur el motor principal de su crecimiento económico ha sido el desarrollo industrial, mientras que en el caso de la India su principal fuente de competitividad ha sido la especialización en el sector servicios, destacando mundialmente en áreas como las tecnologías de la información, la informática, la biotecnología o en el ámbito financiero. La principal fortaleza de la India es su gran talento humano, no obstante el número de investigadores con que cuenta país es todavía muy inferior al de otros países que se sitúan a la vanguardia en I+D. Según datos del Banco Mundial, el 35% de la población de la India vive por debajo de la línea de la pobreza (menos de 1US\$ al día) y las tasas de analfabetismo son todavía muy elevadas, un 26,6% en el caso de los hombres, y un 52,2% en el caso de las mujeres. Por ello las prioridades de la India en el ámbito de la investigación se dirigen a solventar los problemas básicos de su población y se centran en áreas como la seguridad agrícola, nutrición, energías renovables y medioambiente, recursos hidráulicos, vivienda, salud y desarrollo industrial. En cambio, las principales áreas estratégicas de investigación en Japón, China y Corea del Sur se centran en los ámbitos de la biotecnología, robótica y nanotecnología, tecnologías de la comunicación y convergencia digital, energía y medioambiente, tecnologías agrícolas y procesamiento de alimentos, robótica y defensa.

En Japón y en Corea del Sur el sector empresarial ocupa un papel muy importante en el ámbito de la innovación, de hecho, alrededor de un 75% de la inversión en I+D proviene del sector privado, principalmente de las grandes corporaciones empresariales. Por otra parte, uno de los mayores problemas a los que se enfrenta China es la fuerte dependencia tecnológica que tiene con

el exterior, por lo que uno de los principales objetivos del país es impulsar el desarrollo de tecnologías y estándares propios que puedan competir con los de las industrias extranjeras.

En un mundo cada vez más globalizado, que comparte problemas medioambientales, energéticos y sociales entre otros, resulta imprescindible que exista una mayor cooperación internacional en materia de investigación. Para ello es necesario que cada país trate de propiciar un salto cualitativo en las áreas en las que presenta alguna ventaja competitiva y que se favorezca la movilidad e internacionalización del personal investigador.

Espero que este libro, que compila las intervenciones realizadas en las jornadas de Asia Innov@ 2007 dedicadas a las políticas de I+D en Asia, contribuya a la divulgación del marco científico y tecnológico de Japón, India, China y Corea del Sur, y sirva para ofrecer una visión comparativa de sus planes de innovación.

Por último, quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a los coautores del libro: Masuo Aizawa, Laxman Prasad, Zeng Guoping y Moon Su-yeon, sin cuya colaboración no hubiera sido posible el estudio, así como al Ministerio de Ciencia e Innovación y al CDTI (a través de sus representantes territoriales en Japón, India, China y Corea del Sur) por sus valiosas recomendaciones y apoyo institucional.

Jesús Sanz
Director General
Casa Asia

Políticas de I+D en Asia

Japón, India, China y Corea del Sur

ÍNDICE

■ Políticas científicas y tecnológicas en Japón	12
Masuo Aizawa	
1. Introducción	12
2. ¿Cuáles son nuestros objetivos?	14
2.1. Consejo de Política Científica y Tecnológica (CSTP)	14
2.2. Objetivos del tercer plan básico de ciencia y tecnología	15
2.3. La estrategia a largo plazo <i>Innovación 25</i>	17
2.4. ¿Cuáles son nuestras prioridades?	19
2.5. La inversión en I+D en Japón	20
3. ¿Cuáles son nuestras actuaciones?	21
4. Potenciar la creación de conocimiento	22
1.1. Fomento priorizado de la investigación básica	22
1.2. Establecimiento de los principales centros de investigación internacional en el mundo (WPI)	23
5. Acelerar la transformación del conocimiento en información	24
1.1. Fomento de la investigación en áreas consideradas prioritarias	24
1.2. Fomento de «Proyectos pioneros para acelerar el beneficio social».	27
5.3. Fomento de las tecnologías transformadoras.	28
6. Contribuir a resolver los problemas globales	30
7. Reforma de los sistemas sociales para la innovación de Japón	33
7.1. Activar, asegurar y desarrollar los recursos humanos	33
7.2. Creación de desarrollo científico y de una innovación continuada	34
8. Reforzar la estrategia de propiedad intelectual (PI)	35
9. Conclusión	36
10. Referencias	36

■ Políticas científicas y tecnológicas en India Laxman Prasad	38
1. Prólogo	38
2. El desarrollo científico y tecnológico en el período anterior a la Independencia (1947)	38
3. El desarrollo científico y tecnológico tras la Independencia (1947)	39
4. Planes e instrumentos de la política científica y tecnológica	40
4.1 Planes científicos y tecnológicos	40
4.2 Instrumentos de la Política Científica y Tecnológica	42
4.3 La ciencia y la tecnología en la Política de Exportación e Importación (2004-2009)	45
4.4 Política Educativa Nacional	46
4.5 Políticas Científicas y Tecnológicas	46
4.6 Política sobre derechos de propiedad intelectual	53
4.7 Transferencia de los derechos de propiedad intelectual generados en instituciones científicas y tecnológicas	53
5. Instituciones científicas y tecnológicas	54
5.1 Comités científicos y tecnológicos de alto nivel	54
5.2 Infraestructura científica y tecnológica	55
6. Recursos nacionales en I+D	62
6.1 Recursos económicos	62
6.2 Recursos humanos	64
7. Producción de I+D	67
7.1 Publicación de informes de investigación	67
7.2 Doctores en áreas científicas y tecnológicas	69
7.3 Patentes	69
8. Acuerdos internacionales de cooperación científica y tecnológica	71
8.1 Centros asociados	71
8.2 Proyectos de colaboración en áreas específicas	72
9. Epílogo	72
10. Referencias	74

■ Políticas de I+D y su repercusión social en China Zeng Guoping	76
1. Antecedentes: perspectivas del desarrollo de China en el marco global	77
2. La incapacidad del sistema de I+D de China para consolidar el crecimiento económico	92
3. Nuevas políticas de I+D en China	107
4. Conclusiones	118
■ Políticas de I+D en el sector industrial de Corea del Sur Moon, Su-Yeon,	120
1. Introducción	120
2. Evolución histórica de las políticas de desarrollo industrial en Corea	121
2.1 Periodo de los años '60 a los años '70	122
2.2 Periodo de los años '70 a los años '80	123
2.3 Periodo de los años '80 a los años '90	124
2.4 Periodo de los años '90 hasta la primera década del siglo XXI	126
3. Retos y tendencias de la industria nacional	130
3.1 Tendencias de la industria nacional	130
3.2 Principales retos del desarrollo industrial en Corea	133
4. Objetivos de las políticas industriales y energéticas de I+D	138
4.1 Objetivos de las políticas industriales de I+D	138
4.2 Directrices generales de las políticas energéticas	142
5. Conclusiones finales	145
6. Referencias	147

■ Políticas científicas y tecnológicas en Japón

Masuo Aizawa.

*Miembro ejecutivo del Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas
Oficina del Consejo de Ministros de Japón*

1. Introducción

El mundo del siglo XXI se enfrenta a grandes desafíos hasta ahora desconocidos, tales como la globalización, el cambio climático y el rápido crecimiento del grupo BRIC (Brasil, Rusia, India y China). La globalización se ha desarrollado de un modo vertiginoso en todos los ámbitos, especialmente en la economía, la industria, la cultura y la educación, debido ante todo al avance sin precedentes de las tecnologías de la información y de la comunicación. En la actualidad, las personas se interrelacionan sin las limitaciones que existían antes de tiempo y de espacio.

El hecho de que algunos países de rápido desarrollo, como China y la India, estén teniendo un crecimiento económico tan importante y a un ritmo tan acelerado está causando un impacto cada vez mayor. Puesto que esos países están potenciando su industria manufacturera, la demanda de recursos naturales como el petróleo y los metales ha aumentado de forma extrema, lo que ha tenido como consecuencia un desequilibrio mundial en la oferta y la demanda de recursos naturales. Además, el importante aumento de la población en China y en India ha forzado un cambio en la estructura global de la economía desplazándola significativamente hacia Asia.

Por otro lado, el cambio climático presenta unos riesgos inevitables que afectarán por igual a los países en vías de desarrollo y a los desarrollados durante las próximas décadas, planteando un desafío universal que amenaza la sostenibilidad de nuestro planeta. Para que la sostenibilidad sea posible hay que adoptar una perspectiva global y reducir de modo drástico y urgente las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI). A este fin es inevitable que se establezca la cooperación internacional, al mismo tiempo que cada país afronta los problemas al respecto en sus ámbitos regionales. Además, habría que extender el uso de tecnologías avanzadas para el ahorro de energía y la reducción de las emisiones GEI.

A pesar de que cada país intenta fortalecer su competitividad internacional con objeto de prosperar en este mundo, la sostenibilidad no podrá asegurarse sin resolver el calentamiento global mediante la cooperación internacional. Reconocemos que para ello es imprescindible la innovación y sabemos que el impulsor clave es el sector científico y tecnológico. Por eso hay un número de países que están desarrollando, de forma competitiva, políticas de ciencia y tecnología en las que se pone en práctica una estrategia de innovación.

Dos informes publicados en Estados Unidos, *Innovar EE.UU.*¹ y *Superando la tormenta que se avecina*², en diciembre de 2004 y octubre de 2005, respectivamente, fueron la base para que la Oficina del Presidente publicara en 2006 el *Programa para la competitividad de Estados Unidos*³, a lo que siguió en 2007 la ley COMPETES (*Creación de oportunidades para promover de forma significativa la excelencia en tecnología, educación y ciencia en Estados Unidos*⁴). Este país renovó su *Programa marco para la innovación y la competitividad / Nueva estrategia de Lisboa*⁵ de 2005-2007, sustituyéndolo en 2007 por el *Séptimo programa marco de innovación*⁶. El Reino Unido publicó en 2004 el *Marco para la innovación y la ciencia 2004-2014*⁷. Bajo el Gobierno de Gordon Brown, el DIUS (*Department of Innovation, University and Skills*, “departamento de innovación, universidades y competencias”) elaboró en 2008 el Libro Blanco *La innovación de la nación*⁸. Con la mira puesta en el año 2020, China publicó en 2006 los *Planes nacionales a medio y largo plazo para el desarrollo de la ciencia y la tecnología*⁹.

Desde mediados de los años 90, Japón ha convertido en prioridad nacional la promoción del sector científico y tecnológico basándose en la Ley Fundamental de ciencia y tecnología promulgada en 1995. Para fortalecer las políticas científicas y tecnológicas se creó en 2006 el tercer plan básico de ciencia y tecnología con un alcance de cinco años. Además, en 2007 el Consejo de Ministros elaboró la estrategia a largo plazo *Innovación 25*¹⁰, que se puso en práctica parcialmente con la creación del CSTP (*Council for Science and Technology Policy*, “consejo para las políticas científicas y tecnológicas”).

En el siguiente capítulo describiremos la política japonesa de ciencia y tecnología en referencia al tercer plan básico de ciencia y tecnología y a la estrategia a largo plazo *Innovación 25*.

2. ¿Cuáles son nuestros objetivos?

2.1. Consejo de Política Científica y Tecnológica (CSTP)

El CSTP se creó en 2001 en el seno del gabinete ministerial, mediante la reorganización de los organismos y ministerios gubernamentales. El consejo es presidido por el primer ministro y consta de seis miembros del gabinete y ocho miembros ejecutivos con un conocimiento excelente en materia científica y tecnológica. El nombramiento de los miembros ejecutivos debe ser aprobado por la Dieta. Bajo el liderazgo del primer ministro, el CSTP es la oficina central para las políticas de ciencia y tecnología: supervisa a lo largo del país el sector científico y tecnológico, formula las políticas básicas y globales y se encarga de su coordinación en todo el territorio.

Las políticas científicas y tecnológicas afectan a un buen número de ministerios, como el Ministerio de Educación, Cultura, Deporte, Ciencia y Tecnología (MEXT)¹¹, el Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI)¹², el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar, el Ministerio de Asuntos Internos y Comunicaciones, el Ministerio de Agricultura, Bosques y Pesca, el Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte, el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Asuntos Exteriores. Los organismos y ministerios pertinentes intentan promover planes de I+D relacionados con la ciencia y la tecnología en aquellos ámbitos bajo su jurisdicción, siempre de acuerdo con las políticas fundamentales y la línea directriz de asignación de recursos indicadas por el CSTP y bajo la coordinación del Ministerio para las Políticas de Ciencia y Tecnología.

El CSTP se reúne por regla general una vez al mes. Lo preside el primer ministro con la asistencia de los miembros ejecutivos y de los ministros pertinentes. El consejo lleva a cabo: la investigación y deliberación sobre las políticas fundamentales de ciencia y tecnología, la investigación y deliberación sobre las directrices de asignación presupuestaria y de personal de investigación, y la evaluación de la I+D considerada de importancia nacional; todo lo cual conlleva: el fomento estratégico mediante el diseño de planes globales de ciencia y tecnología para responder a los problemas de la sociedad y del país de una forma apropiada y oportuna, una consideración que tenga en cuenta las ciencias sociales y las humanidades como elementos para mejorar

las relaciones entre la ciencia y la sociedad en el campo de la ética, y la discreción a la hora de expresar las opiniones sobre las cuestiones de ciencia y tecnología al primer ministro o a otros ministros.

El CSTP promueve una variedad de actividades encaminadas a establecer las prioridades estratégicas del sector científico y tecnológico, a fin de asegurar que se lleven a cabo los esfuerzos de desarrollo y las investigaciones que son verdaderamente importantes, así como para poder alcanzar logros significativos y que esos logros beneficien a los ciudadanos y a la sociedad en su conjunto. El mecanismo para obtener esta meta es el ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, and Action*, “planificación, realización, comprobación y acción”) que consiste en esos cuatro estadios. El CSTP trabaja también para mejorar y ampliar el presupuesto para ciencia y tecnología (que es considerado como una inversión en el futuro) y conseguir que cada vez se defina más claramente.

2.2. Objetivos del tercer Plan Básico de Ciencia y Tecnología

El **Primer Plan Básico (1996-2000)** tenía como objetivo el fomento dinámico de la I+D para hacer frente a las necesidades económicas y sociales, y la investigación fundamental para crear activos intangibles (capital intelectual), objetivos para los que se dictaron las medidas pertinentes. El **Segundo Plan (2001-2005)** expuso en tres conceptos la visión que debería alcanzarse con las políticas científicas y tecnológicas: un país que aportara su colaboración a los demás mediante la creación y utilización del conocimiento científico; un país de competitividad internacional y capaz de desarrollar un crecimiento sostenible; y un país que garantizara la seguridad y la calidad de vida.

El **Tercer Plan Básico (2006- 2010)** heredó en principio estas tres ideas y estableció una política de metas para llevarlas a cabo, considerando detenidamente los cambios operados en Japón y en el mundo y las perspectivas de futuro, en relación con la ciencia y la tecnología, la economía y la sociedad. Más concretamente, el tercer plan básico definió tres conceptos y seis objetivos.

Tres conceptos del Tercer Plan Básico de Ciencia y Tecnología

Concepto 1. Contribución al conocimiento de la humanidad

Construir un país que aporta al mundo la creación y utilización de conocimiento científico.

Concepto 2. Maximización del potencial nacional

Crear un país competitivo con un crecimiento sostenible.

Concepto 3. Protección de la salud y la seguridad

Crear una nación que garantiza la seguridad y la calidad de vida.

Seis objetivos del tercer Plan Básico de Ciencia y Tecnología

Objetivo 1. Avanzar espectacularmente en descubrimientos, conocimientos e innovación:

La acumulación y creación de diferentes conocimientos para garantizar un futuro prometedor.

1. Descubrir y clarificar nuevos principios y fenómenos.
2. Crear conocimiento como base para la innovación técnica discontinua.¹³

Objetivo 2. Liderar la vanguardia científica y tecnológica:

Esforzarse para que los sueños de la humanidad se hagan realidad.

3. Reforzar la ciencia y la tecnología dirigiendo los proyectos mundiales más avanzados.

Objetivo 3. El crecimiento económico y la protección medioambiental:

Alcanzar un crecimiento económico sostenible basado en la protección medioambiental.

4. Superar el calentamiento global y los problemas energéticos.
5. Construir una sociedad orientada al reciclaje y en armonía con el medio ambiente.

Objetivo 4. Japón innovador:

Construir una industria y una economía fuertes mediante la creación constante de innovación.

6. Convertirse en una sociedad omnipresente en Internet que atraiga el interés mundial.
7. Convertirse en el mayor país manufacturero del mundo.
8. Reforzar la competitividad industrial para poder ganar en la carrera científica y tecnológica global.

Objetivo 5. La salud vitalicia de los ciudadanos:

Hacer de Japón un país donde todas las personas, desde los niños a los ancianos, puedan mantenerse sanos.

9. Vencer las enfermedades que afectan a las personas.
10. Construir una sociedad donde todos pueden estar sanos.

Objetivo 6. El país más seguro del mundo:

Hacer de Japón el país más seguro del mundo.

11. Garantizar la seguridad de la sociedad y del país.
12. Garantizar la seguridad en la vida de los ciudadanos.

2.3. La estrategia a largo plazo: Innovación 25

La estrategia a largo plazo *Innovación 25* (dada a conocer en 2007) cubre un período que llega hasta 2025, y trata de la creación de un futuro para Japón con prosperidad y esperanza y del establecimiento de políticas a corto y largo plazo para el desarrollo de la I+D, la reforma social y los recursos humanos, entre otros.

La innovación no se limita a la renovación tecnológica, sino que incorpora nuevos sistemas y conceptos que son totalmente diferentes de los convencionales. Además, la política referente a la creación y fomento de la innovación tiene que alejarse radicalmente de esas políticas convencionales «dirigidas por el Gobierno» o «enfocadas a la promoción industrial» y pasar a ser del tipo de «creación de infraestructuras» que apoye los esfuerzos tan ambiciosos como exigentes de individuos con diferentes formas de pensamiento.

Hay que decir que la imagen futura de Japón que se presenta en *Innovación 25* corresponde a la visión de este país dentro de 20 años, y que está en relación con las opiniones recogidas en *Perspectiva de Japón*¹⁴, *Lo esencial de la política japonesa de ciencia y tecnología*¹⁵, *La sociedad futura prevista por la comunidad científica*¹⁶, y la *Encuesta de previsión tecnológica*¹⁷. Las cinco imágenes sociales se basan en la presunción de que Japón puede mejorar su productividad y alcanzar un crecimiento económico sostenible, aún en caso de enfrentarse a un declive demográfico.

Cinco imágenes de la sociedad japonesa de 2025

1. Una sociedad donde todos puedan mantenerse sanos a lo largo de su vida.
2. Una sociedad segura.
3. Una sociedad que acepte la diversidad.
4. Una sociedad que contribuya a resolver los problemas mundiales.
5. Una sociedad abierta al mundo.

Para crear un entorno social que innove continuamente es importante que el Gobierno comparta con los ciudadanos la visión del futuro que necesita Japón (esas cinco imágenes de la sociedad japonesa de 2005) y realice esfuerzos coordinados para alcanzarlo. Con esta misma finalidad, se establecen en *Innovación 25* las siguientes estrategias de reforma a fin de que el sistema social cree un entorno adecuado para un país que sea líder mundial en innovación.

Estrategias de reforma del sistema social

1. Promoción de las políticas interministeriales.
2. Creación de un marco que posibilite la elección de políticas diferentes.
3. Tener una perspectiva de los pueblos del mundo.
4. Creación de un marco que aproveche la independencia y pujanza en los ámbitos locales.
5. Creación de un marco que saque el máximo partido de las iniciativas privadas y no de las burocráticas.
6. Estrategias que incluyan el mercado internacional y las contribuciones internacionales.
7. Estrategias que fomenten un sistema social que promueva el desarrollo de empresarios con proyectos sociales.
8. Desarrollar y apoyar las actividades de organizaciones sin ánimo de lucro y de empresarios con proyectos sociales para satisfacer el interés público.
9. Transformar la inversión en capital en inversión en formación del personal.
10. Promover que los ciudadanos tengan conciencia de la sociedad es impulsada por la innovación.

Además, *Innovación 25* presenta una estrategia de innovación tecnológica que comprende tres niveles:

1. Fomento de los «Proyectos para acelerar los beneficios sociales».
2. Fomento de la I+D estratégica y destinada a áreas específicas.
3. Fomento de la investigación básica.

Se concluye que la hoja de ruta con las políticas de conjunto debería formularse tanto para la reforma del sistema social y la innovación tecnológica como para el desarrollo de los recursos humanos, a fin de lograr un país que sea líder mundial en innovación.

2.4. ¿Cuáles son nuestras prioridades?

Basándose en los conceptos, objetivos y estrategias tratados en el tercer plan básico de ciencia y tecnología y en la hoja de ruta de las políticas en la estrategia a largo plazo *Innovación 25*, el CSTP ha establecido las siguientes prioridades que podrán revisarse y modificarse en caso de ser necesario.

Concreción de prioridades

1. Potenciar la creación de conocimiento:

- Fomento intensivo de la investigación básica y de la investigación básica estratégica.
- Establecimiento de los centros de investigación más importantes a nivel mundial: Iniciativa WPI (*World Premier International Research Center*, “principal centro de investigación internacional en el mundo”).

2. Acelerar la transformación del conocimiento en información:

- Fomento estratégico de la investigación orientada a la elaboración de políticas en las ocho áreas consideradas prioritarias, incluida la «Tecnología clave de importancia nacional».
- Fomento estratégico de los «Proyectos pioneros para acelerar los beneficios sociales».
- Puesta en marcha de la «Iniciativa de tecnología transformadora».

3. Contribuir a la resolución de los problemas globales:

- Formulación y promoción del «Plan de tecnologías innovadoras en materia de medio ambiente y energía».

4. *Reformar los sistemas sociales para la innovación de Japón:*
- Desarrollar, activar y garantizar los recursos humanos.
 - Reforzar la diplomacia en los asuntos científicos y tecnológicos.
 - Creación de desarrollo científico y de una innovación continuada.
 - Reforzar las bases para la promoción científica y tecnológica.
5. *Fomentar la estrategia de Propiedad Intelectual (PI):*
- Fortalecer en las universidades la infraestructura de PI.

2.5. La inversión en I+D en Japón

El tercer Plan Básico apoya firmemente la idea de que invertir en el sector de la ciencia y la tecnología supone «una inversión en el futuro». En este Plan se especifica que el presupuesto gubernamental para la inversión en ciencia y tecnología en los cinco años que van desde el año fiscal 2006 al año fiscal 2010 alcanzará un total de 25 billones de yenes. El Gobierno debe cumplir las expectativas de la ciudadanía en relación a esa elevada suma, y todavía más en una época de condiciones fiscales tan severas. Éste cálculo se basa en la asunción de que la inversión del Gobierno en ciencia y tecnología debería representar el 1 % del PIB, cuya tasa prevista de crecimiento nominal es del 3,1 % durante el período del tercer Plan Básico.

■ Inversión gubernamental en ciencia y tecnología

Periodo	Presupuesto	Gastado
1º Plan Básico 1996-2000	17	17,6
2º Plan Básico 2001-2005	24	21,1
3º Plan Básico 2006-2010	25	

* En billones de yenes

El CSTP redacta anualmente las políticas de asignación de recursos en el mes de junio, tomando en cuenta el programa y las prioridades que establece el Plan Básico. Para su redacción se pide a los ministerios pertinentes que preparen peticiones presupuestarias de acuerdo a las políticas decididas. A fin de concentrarse en las medidas que son verdaderamente importantes para la asignación de recursos, se establecen una serie de prioridades tras realizar

entrevistas y otros procedimientos en relación a las políticas de ciencia y tecnología para las que cada ministerio haya solicitado un presupuesto. Con ello se pretende examinar detenidamente el contenido de dichas políticas. También se recurre al consejo de expertos externos para que determinen los aspectos mejorables. Los resultados de todo ese proceso se usan activamente en el procedimiento necesario para actualizar, mejorar y definir claramente el presupuesto para la ciencia y la tecnología.

En el año fiscal 2007 la inversión total de Japón en I+D fue de 17,8 billones de yenes, repartidos entre el Gobierno, con 3,5 billones, los Gobiernos locales, con 0,3 billones, y el sector empresarial, con 13,9 billones de yenes, que corresponden en total al 3,6% del PIB.

■ Inversión de Japón en I+D en el año fiscal 2007 (3,6% PIB)

Gobierno	3,5 billones de yenes
Gobiernos locales	0,3 billones de yenes
Sector empresarial	13,9 billones de yenes
Total	17,8 billones de yenes

3. ¿Cuáles son nuestras actuaciones?

Con la mira puesta en los objetivos del tercer Plan Básico de Ciencia y Tecnología, el CSTP promueve aquellas cuestiones priorizadas por las políticas en estrecha colaboración con los organismos y ministerios pertinentes. En otro nivel se hallan las universidades e instituciones afines, que junto con los organismos de investigación nacional constituyen el sector público del sistema I+D, mientras que las PYMES, las sociedades de capital de riesgo y las grandes empresas forman el sector privado. Es cierto que los organismos de investigación nacional pasaron a ser organismos independientes en 2001, pero funcionan esencialmente con subvenciones gubernamentales procedentes de los ministerios pertinentes. También las universidades nacionales, aún después de la reforma de 2004 que las convirtió en corporaciones, reciben subvenciones operativas del MEXT. De modo que el sistema de I+D en Japón lo forman los sectores público y privado, lo que podríamos llamar el «Sistema de innovación nacional».

El CSTP se preocupa de vitalizar con efectividad todo el sistema I+D en Japón para que genere innovación continuamente. Actuando de una forma efectiva, las tres funciones que son la creación de conocimiento, la transformación de conocimiento y la creación de innovación podrán integrarse perfectamente en los sectores público y privado. Las universidades desempeñan un papel clave en el logro de invenciones, descubrimientos y conocimientos que representan un gran avance. Puesto que los organismos de investigación nacional tienen la misión primordial de promover la investigación orientada a la elaboración de políticas, se espera de ellos que conduzcan el conocimiento emergente y las tecnologías clave de importancia nacional al terreno de la innovación. También las universidades desempeñan un papel importante en la transformación del conocimiento en innovación. Igualmente, los sectores privados como las PYMES, las sociedades de capital de riesgo o las grandes empresas pueden ser una fuente de innovación. Será necesario, pues, promover la colaboración y la interacción dinámica entre todas esas organizaciones.

A fin de revitalizar el sistema de I+D en Japón, el CSTP lleva tiempo fomentando los asuntos que se consideran prioritarios y que se detallan en los apartados que se exponen a continuación.

4. Potenciar la creación de conocimiento

4.1. Fomento priorizado de la investigación básica

La investigación básica, que sirve como fuente de conocimiento y origina el saber de la humanidad, es la más difícil de determinar de entre todas las clases de investigación y actividades de desarrollo. Generalmente no produce los resultados deseados en las previsiones de un plan, sino que los alcanza tras una comprometida y continua búsqueda de la verdad y mediante el uso reiterado del procedimiento de prueba y error. Los descubrimientos e invenciones que vayan más allá del marco actual de conocimiento supondrán un salto hacia adelante. La acumulación de logros intelectuales, procedentes sobre todo de la investigación básica para descubrir y clarificar nuevos principios y fenómenos, generará previsiblemente grandes adelantos en el conocimiento, que es la base de la innovación tecnológica.

La investigación básica puede clasificarse en dos tipos distintos: el tipo 1 de investigación básica, que se realiza basándose en las ideas propuestas libremente por los investigadores en los diversos campos de la ciencia y la tecnología, incluidas las ciencias humanas y sociales; y el tipo 2 de investigación básica, dirigida a las futuras aplicaciones basadas en las políticas establecidas. Estos dos tipos de investigación se potenciarán según su importancia respectiva. En concreto, el tipo 1 de investigación fomentará ya en las fases más tempranas una variedad de actividades investigadoras en búsqueda de conocimiento universal con una perspectiva a largo plazo, aspirando a que los logros intelectuales pasen a formar parte de un acervo de nuevos conocimientos. Mientras que el tipo 2 de investigación básica se considera parte de la I+D orientada al cumplimiento de las políticas establecidas. Esta investigación está destinada a crear conocimiento que sea una fuente de innovación capaz de reformar la economía y la sociedad para alcanzar los objetivos de las políticas de forma priorizada.

La financiación intensiva de la investigación básica en diferentes áreas debería ser efectiva para potenciar la creación de conocimiento. Las investigaciones que derivan de las ideas propuestas por los investigadores, y que están financiadas por las subvenciones para la investigación científica, se promueven independientemente de la I+D que forma parte de las investigaciones enfocadas al establecimiento de políticas. De entre esa clase de investigaciones que derivan de las ideas propuestas libremente por los investigadores, aquellas que requieran en concreto una gran cantidad de fondos se potenciarán tras un riguroso examen de dichas ideas y teniendo en cuenta la priorización de los proyectos efectuada por el Gobierno.

4.2. Establecimiento de los principales centros de investigación internacional en el mundo (WPI)

Con objeto de crear los centros de investigación más importantes a nivel mundial, el MEXT estableció la iniciativa WPI en 2007. Los WPIs deberían contar entre su personal principal con los investigadores más destacados del mundo. Es de esperar que al alcanzar una calidad de investigación muy alta, ofreciendo además un excelente entorno de investigación, estos centros

posean un nivel de «visibilidad global» que atraiga a los investigadores más importantes del mundo. En el año 2007 se inauguraron cinco WPIs en universidades y organismos de investigación nacional:

Los cinco WPIs de Japón

- 1) *WPI Research Center for Atomic/Molecule/Materials*¹⁸, Universidad de Tohoku.
- 2) *Institute for the Physics and Mathematics of the Universe*¹⁹, Universidad de Tokyo.
- 3) *Institute for Integrated Cell/Material Science*²⁰, Universidad de Kyoto
- 4) *Immunology Frontier Research Center*²¹, Osaka University
- 5) *International Center for Materials Nanoarchitectronics, National Institute for Materials Science (NIMS)*²²

5. Acelerar la transformación del conocimiento en información

5.1. Fomento de la investigación en áreas consideradas prioritarias

El tercer Plan Básico de Ciencia y Tecnología considera áreas prioritarias las áreas de Ciencias Biológicas, Información y Telecomunicaciones, Ciencias del Medio Ambiente y Nanotecnología de Materiales, en las que deberán promoverse actividades de I+D con una asignación prioritaria de recursos. Además, también considera prioritarias otras cuatro áreas: Energía, Tecnología monozukuri (manufactura), Infraestructura Social y Fronteras, que son fundamentales para la existencia de la nación y necesitan ser dirigidas por el Gobierno.

Áreas prioritarias

1. Ciencias Biológicas

El CSTP fomenta la I+D que ayuda a las personas a tener una vida larga y saludable. También la que se enfrenta a las enfermedades infecciosas, garantiza la seguridad alimentaria, mejora la autosuficiencia de Japón en el terreno alimentario y fortalece la competitividad industrial. Esta I+D incluye la investigación posgenómica en el análisis del proteoma y de la estructura de la proteína, la investigación traslacional que recoja los frutos de la investigación

básica para aplicarlos con eficacia en la asistencia médica y en el desarrollo de la medicina, la investigación del cáncer y de las enfermedades infecciosas, y la I+D relacionada con la producción y provisión de alimentos. El CSTP se esforzará también en fomentar la comprensión de los ciudadanos hacia los cultivos genéticamente modificados.

2. Información y Telecomunicaciones

A fin de lograr una sociedad con presencia universal que pueda atraer al resto del mundo, el CSTP fomenta: la investigación básica en el campo de la nueva generación de superordenadores; la aplicación y verificación de I+D en la nueva generación de redes y en los dispositivos y robots, y la I+D en áreas de futuro como la traducción automatizada de voz.

3. Ciencias del medio ambiente

El CSTP fomenta la I+D para satisfacer a la vez el crecimiento económico y la conservación del medio ambiente y alcanzar un desarrollo sostenible: una I+D relacionada con el cambio climático, los ciclos hidrológicos y el transporte de solutos en acuíferos, la gestión del ecosistema, la gestión y prevención del riesgo químico, las tecnologías «3R» (reducción, reutilización y reciclaje), y las tecnologías de la utilización de la biomasa. El propósito de Japón es contribuir al mundo mediante estas actividades de I+D.

4. Nanotecnología de materiales

La nanotecnología de materiales, que tiene como objetivo el control de la estructura de tamaño atómico o molecular, está mejorando notablemente la tecnología de los materiales convencionales, de la electrónica y de los biomateriales. La tecnología contribuye a la innovación de la infraestructura tecnológica y científica, creando nuevos y amplios campos como son los de los nanomateriales, la nanoelectrónica y la nanobiotechnología.

5. Energía

Con una creciente preocupación por las limitaciones en el suministro de energía y por el cambio climático en el mundo, el CTSP fomenta una I+D

que ayude a equilibrar la economía y el medio ambiente y que al mismo tiempo garantice el suministro estable de energía y contribuya a reducir las cargas medioambientales. Es una I+D que incluye, por tanto, las tecnologías nucleares, la energía renovable y el ahorro de energía.

6. Tecnología *monozukuri* (manufactura)

La tecnología *monozukuri* no supone únicamente el desarrollo de tecnologías para la manufactura. Uno de los retos más importantes de las políticas es maximizar el valor agregado llegando a las industrias de la tecnología de la información y del sector servicios. Las tecnologías para el ahorro de energía, la optimización de recursos y la fabricación de productos de alta calidad que resistan los rigores del mercado de consumo son hasta ahora una de los retos de Japón. Mediante el fomento de dichas tecnologías, el CSTP aspira a hacer de Japón el país líder en *monozukuri*.

7. Infraestructura social

Para convertir a Japón en el país más seguro del mundo, el CSTP incentiva el desarrollo de tecnologías para controlar y gestionar el territorio nacional y atenuar los efectos de las catástrofes naturales, así como el de nuevas tecnologías que sirvan de apoyo a las actividades en los lugares donde se hayan producido siniestros. También se ocupa del fomento de tecnologías para la reconstrucción de infraestructuras y áreas urbanas, y del desarrollo de sistemas de transporte que supongan una rehabilitación importante de la infraestructura anticuada y respondan a una sociedad en la que hay menos niños y más personas de la tercera edad.

8. Fronteras

Con objeto de establecer tecnologías que posibiliten un dominio total de las fronteras del océano y del espacio exterior, y que nos permitan además ser pioneros en el uso de dichas fronteras, el CSTP fomenta el desarrollo de sistemas de transporte espacial muy fiables, así como las tecnologías para mejorar la fiabilidad y las funciones de los satélites, las naves de exploración oceánica de próxima generación y las tecnologías de las plataformas marinas.

En el siglo XXI la competencia por el conocimiento a escala global se está intensificando enormemente. En estas circunstancias se hace necesaria la creación de nuevo conocimiento para desarrollar un entorno que incentive la combinación intelectual y la fusión de campos diferentes. La estrategia para el fomento de cada una de las ocho áreas se formula considerando detenidamente la creación de innovación mediante la combinación flexible o la fusión de diferentes campos.

La tecnología clave de importancia nacional se considera una tecnología esencial que deber ser financiada de forma intensiva a gran escala durante el período del Plan Básico, y se dirige a objetivos nacionales definidos y a estrategias a largo plazo.

Tecnologías clave de importancia nacional

- 1) Tecnología de superordenadores de próxima generación.
- 2) Láser de electrones libres de rayos X (XFEL, *X-ray Free Electron Laser*)
- 3) El reactor reproductor rápido (FBR, *Fast Breeder Reactor*)
- 4) Tecnología de sistemas de transporte espacial
- 5) Sistema global de observación de los océanos (GOOS, *Global Ocean Observation System*)

5.2. Fomento de «Proyectos pioneros para acelerar el beneficio social»

Los proyectos pioneros para acelerar el beneficio social se iniciaron en 2008 con el propósito de poder hacer realidad la imagen de la sociedad concebida en Innovación 25. El CSTP hace de centro de mandos que promueve los esfuerzos combinados de los organismos gubernamentales y la colaboración de los sectores público y privado, y acelera la investigación para que pueda ponerse a prueba y sus resultados lleguen a la sociedad en un plazo de cinco años.

Proyectos pioneros para acelerar el beneficio social

1. Aspirar a una sociedad donde todos puedan mantenerse sanos a lo largo de la vida:
 - Conseguir una asistencia médica de gran cobertura.

2. Aspirar a una sociedad segura:

- Elaboración de un sistema de información y comunicación que dé una información detallada de las catástrofes a cada residente y que ayude a proporcionar seguridad adicional en el lugar afectado.
- Construcción de un sistema de tráfico viario seguro y efectivo usando tecnología de la telecomunicación y la información.

3. Aspirar a una sociedad con estilos de vida diversificados:

- Conseguir una atención médica y de enfermería domiciliar avanzada.

4. Aspirar a una sociedad que contribuya a la solución de problemas globales:

- Utilización de la biomasa para la solución de problemas medioambientales y energéticos.

5. Aspirar a una sociedad abierta al mundo:

- Creación de tecnologías de audio-comunicación que superen las barreras de los idiomas.

5.3. Fomento de las tecnologías transformadoras

Japón es líder mundial en tecnologías transformadoras con las que nuestro país podrá lograr a la vez un crecimiento económico sostenible y una sociedad desarrollada. El CSTP está convencido de que es indispensable establecer una sólida base para la investigación en tecnologías transformadoras en vez de producir mejoras graduales en las tecnologías existentes, y de que esto es algo crucial para transformar el conocimiento científico en crecimiento basado en la ciencia y la tecnología por medio de esfuerzos constantes. Consideramos imperativo para el país el desarrollo de una estrategia de tecnología explorando e identificando las semillas de las tecnologías transformadoras de mayor potencial, fomentándolas y transformándolas en innovación de un valor social tangible a largo plazo.

La iniciativa de tecnologías transformadoras se iniciará en el año fiscal 2009 con los siguientes tres objetivos:

1. Fortalecer la competitividad internacional de las industrias.

- Fomentar una I+D centrada en la tecnología para identificar y desarrollar la semilla que pueda sustentar la competitividad internacional de industrias como la del automóvil, la electrónica y la de materiales.
- Luchar por el crecimiento en el terreno económico a la vez que en el medioambiental, mejorando continuamente las tecnologías de la energía y del medio ambiente. La fortaleza actual del Japón en estas dos áreas es bien conocida.
- Apoyar la competitividad de nuestras industrias más fuertes y crear nuevas industrias aprovechando nuestra potencia en tecnologías tales como las destinadas al cambio climático, a los dispositivos electrónicos, etc.

2. Construir una sociedad sana

- Mejorar la calidad de vida desarrollando y comercializando tecnologías para resolver el problema del rápido envejecimiento en Japón.
- Aportar al mundo tecnologías tales como la robótica, la ingeniería médica y la medicina transformadora con el uso de células iPS, siendo así líderes en el tratamiento de las sociedades con envejecimiento de la población.
- Crear unas industrias de medicina y de cuidados sanitarios que sean líderes mundiales.

3. Garantizar la seguridad de Japón y del mundo

- Ante el crecimiento económico y demográfico tan extraordinario que experimentan las economías emergentes, las restricciones de recursos y las fluctuaciones en el precio de los alimentos y otros productos básicos son problemas cada vez más urgentes. No contando con una dotación natural de recursos naturales, Japón habrá de enfrentarse a algunos problemas particularmente graves.
- Fomentar tecnologías para resolver los problemas de suministros de alimentos, recuperar o reemplazar los recursos que escasean, reducir la demanda de energía y prevenir las enfermedades infecciosas, de modo que la competitividad internacional de las empresas japonesas se mantenga y mejore.

Para alcanzar estos tres objetivos mencionados se introducirán nuevos sistemas e infraestructuras de modo que el CSTP pueda servir de centro de gobierno y de coordinación. Será necesario realizar un enfoque global

y descendente a fin de acelerar la I+D en Japón. El «Presupuesto especial para el fomento de las tecnologías transformadoras» empezará en 2009. El objetivo de este presupuesto especial es llevar a cabo una inversión rápida y oportuna más allá de los ministerios y fortalecer la colaboración con el sector privado.

6. Contribuir a resolver los problemas globales

En la actualidad se han realizado muchos esfuerzos para resolver los problemas globales concernientes a la demografía, el calentamiento climático, la energía, la alimentación y los recursos naturales, pero todavía nos queda enfrentarnos a retos como el desarrollo sostenible de la sociedad humana y los avances en ciencia y tecnología, de modo que las próximas generaciones no reciban un legado negativo. Siendo un país que cuenta con una capacidad científica y tecnológica excelente, se espera de Japón hoy más que nunca que contribuya a la humanidad con la resolución de los desafíos que nos atañen. Las expectativas puestas en la tecnología japonesa relativa a los seísmos son también muy altas. El sector de la ciencia y la tecnología relacionado con las ciencias sociales, humanas y naturales es esencial para asegurar que la valía de Japón perdure a lo largo de los siglos.

El cambio climático presenta unos riesgos inevitables que van a afectar durante las próximas décadas tanto a los países desarrollados como a aquéllos en vías de desarrollo. Considerando el cambio climático como un desafío universal, Japón ha propuesto la cooperación internacional para lograr una sociedad baja en carbono mediante la reducción a la mitad de las emisiones mundiales de GEI en 2050.

Dado que la energía consumida por la industria manufacturera se redujo aproximadamente a la mitad durante la crisis del petróleo de fines de los años setenta, Japón se ha esforzado enormemente en la conservación de la energía a lo largo de su territorio nacional, unos esfuerzos que deben incluso intensificarse en el futuro. Sin embargo, para lograr una reducción significativa de las emisiones de GEI en los años venideros será necesario desarrollar tecnologías innovadoras que permitan un descenso drástico, pues las reducciones serán limitadas sólo si logramos mejorar las tecnologías existentes. Además, no es sólo importante el desarrollo real de las tecnologías,

sino también su difusión en la sociedad. Es decir, la clave para alcanzar nuestros objetivos consiste por un lado en la mejora de las tecnologías existentes y su difusión en la sociedad a corto y medio plazo, y, por otro lado, en el desarrollo de tecnologías innovadoras a medio y largo plazo.

El «Plan de tecnologías innovadoras en materia de medio ambiente y energía» formulado en 2008 por el CSTP aborda una hoja de ruta a corto y medio plazo, y otra a medio y largo plazo con la perspectiva de la reducción de emisiones de GEI y la consecución del objetivo global en 2050.

Perspectivas de la tecnología con miras a una sociedad baja en carbono

1. Perspectivas a corto y medio plazo (hasta 2030)

Tecnologías que supongan una reducción importante de las emisiones de GEI:

Por el lado del suministro:

- Generación de energía nuclear.
- Generación de electricidad de alto rendimiento.

Por el lado de la demanda:

- Vehículos híbridos, vehículos híbridos enchufables.
- Vehículos eléctricos, vehículo con pilas de células de combustible.
- Iluminación de alto rendimiento.
- Bomba de calor de alto rendimiento
- Tecnología informática y dispositivos que ahorren energía.

Tecnologías de reducción de las emisiones de GEI en sectores específicos:

- Construcción: Viviendas de ahorro energético, HEMS y BEMS, CASBEE²³
- Otros: Biocombustibles, ITS (*Intelligent Transportation Systems*, “sistemas inteligentes de transporte”), uso de energía inteligente, teletrabajo, etc.

Tecnologías combinadas:

- Energía renovable y almacenamiento de energía eléctrica.
- Célula estacionaria de combustible.
- Generación eléctrica de alto rendimiento y CCS (*Carbon Capture and Storage*, “captura y almacenamiento de CO₂”).

2. Perspectivas a largo plazo (2030-2050):

Tecnologías que supongan una reducción importante de las emisiones de GEI:

- Generación de energía nuclear de próxima generación.
- Ciclo de carga.
- Células solares de tercera generación.
- Tecnología para la producción de hidrógeno.
- Reducción de hidrógeno en el proceso de fabricación del acero.

Tecnologías básicas para el logro de grandes adelantos

Nuevas tecnologías: fusión nuclear

Acelerar la reducción de las emisiones de GEI mediante la colaboración de la sociedad

1. Difusión de las tecnologías en la sociedad:

- Incentivos económicos, tales como el *Carbon Pricing* (tarificación de las emisiones de carbono), etc.
- Financiación de incentivos para las PYMES e inversión socialmente responsable.

2. Reforma de los sistemas sociales:

- Fomento del *Model City Initiative* (iniciativa para lograr un modelo de ciudad), etc.
- Incentivos a los consumidores y a los sectores públicos y privados.

Cooperación internacional para una sociedad baja en carbono

1. Despliegue internacional de tecnologías de la energía y el medio ambiente:

- Transferencia de tecnología y PI.

2. Fortalecimiento de infraestructuras:

- Estandarización internacional.
- Mecanismos de ayuda financiera.

3. Colaboración internacional en I+D:

- Inversión en investigación de riesgo elevado.

4. Establecimiento de un marco internacional:

- Nuevo marco para la colaboración internacional en I+D.
- Sistema global para vigilar el cambio climático.

7. Reforma de los sistemas sociales para la innovación de Japón

7.1. Activar, asegurar y desarrollar los recursos humanos

En esta época de aceleración del envejecimiento de la población y declive de la tasa de natalidad son necesarias medidas para un desarrollo humano integral que posibilite la actividad de investigadores polifacéticos y diversos, entre los que figuren tanto hombres como mujeres, nacionales como extranjeros, jóvenes como veteranos de probada genialidad, que puedan así mostrarnos su motivación y talento. Entre esas medidas se cuentan las siguientes:

Medidas para un desarrollo humano integral

1. Crear un entorno de investigadores diversos y polifacéticos:

- Apoyando la independencia de los jóvenes investigadores.
- Mejorando la movilidad de los recursos humanos.
- Fomentando las actividades de mujeres investigadoras.
- Fomentando las actividades de investigadores extranjeros.

2. Fomentar el desarrollo de los recursos humanos en las universidades:

- Desarrollar los recursos humanos en las universidades.
- Potenciar los estudios de licenciatura.
- Mejorar la ayuda financiera a los estudiantes de cursos de doctorado

3. Desarrollar recursos humanos que hagan frente a las necesidades de la sociedad:

- Desarrollo de recursos humanos mediante la asociación entre la universidad y las empresas.
- Fomentar las actividades de los doctores en el ámbito empresarial.

4. Expandir los horizontes y el alcance de los recursos humanos que construirán la ciencia y tecnología futuras:

- Fomentar que los niños muestren una gran curiosidad intelectual.
- Fomentar el desarrollo de los niños con talento.

7.2. Creación de desarrollo científico y de una innovación continuada

Se ha dado prioridad a conseguir que el sector de la ciencia y la tecnología haga llegar sus resultados a la sociedad y al país, logrando así que todos los recursos funcionen con efectividad para un desarrollo científico capaz de crear valores culturales e intelectuales. Se han redoblado igualmente los esfuerzos para que los resultados de la I+D manifiesten su valor económico y social por medio de la innovación. Con ello no es sólo importante hacer hincapié en reformar el sistema de I+D, sino también en luchar por eliminar los efectos embudo operativos e institucionales para que las actividades científicas y tecnológicas puedan desarrollarse fluidamente y sus resultados se transmitan.

Reforma de los sistemas de I+D

1. Desarrollar un entorno competitivo:

- Aumentando los fondos competitivos y los costes indirectos.
- Promoviendo las reformas sistemáticas de los fondos competitivos.

2. Potenciar la competitividad de las universidades:

- Creando universidades que se sitúen a la cabeza mundial.
- Revitalizando las universidades dotándolas de singularidad y rasgos específicos.

3. Fomentar sistemas que creen innovación:

- Construyendo un sistema de colaboración progresiva y sostenible entre el sector empresarial, la universidad y el Gobierno.
- Fomentando actividades empresariales en los proyectos de I+D.

4. Construir sistemas de innovación sectorial y crear sectores de importancia vital:

- Formando agrupaciones sectoriales.
- Desarrollando políticas fluidas de ciencia y tecnología.

5. Fomentar de forma eficaz la I+D:

- Usando eficazmente los fondos de investigación.

- Enfatizando el desarrollo y la utilización de los recursos humanos en los fondos de investigación.
- Reformando el sistema de evaluación.

8. Reforzar la estrategia de propiedad intelectual (PI)

Japón concedió una importancia primordial a la PI con la promulgación de la Ley Fundamental de PI en 2002. En conformidad con esta nueva ley se estableció la Oficina Central de PI en 2003. Se trata de una política a nivel nacional y que muestra el respeto que se da en Japón a todo trabajo creativo e invención, a la vez que promueve la creación de información de valor o de activos inmateriales que incluyen tecnologías, diseños, marcas y contenidos de los medios de comunicación (por ejemplo, música, películas), así como la fabricación de bienes tangibles, que al ser todos ellos una base para actividades empresariales promueven así el desarrollo de la economía y de la sociedad japonesa.

Con objeto de usar eficazmente la PI para aumentar la riqueza nacional es necesario crear una PI de calidad en el sector de la I+D y de las empresas generadoras de contenidos, protegerla legalmente de manera oportuna y sacarle rendimiento de forma práctica y comercial. La aceleración de ese círculo virtuoso de creación, protección y explotación de PI (ciclo de creación intelectual) constituye el núcleo de la PI.

En los tres años que siguieron a la promulgación de la Ley Fundamental de IP (Fase I, 2003-2005) se alcanzaron ya un buen número de logros. Se establecieron por todo el país organizaciones de transferencia de tecnología y oficinas de PI en las universidades, mejorando los mecanismos para la obtención de los derechos correspondientes a los resultados de aquellas investigaciones llevadas a cabo en universidades y organismos públicos de investigación, y transfiriendo dichos derechos al sector privado. También se estableció el Tribunal Superior de PI, como un tribunal especializado en juzgar los casos relativos a la propiedad intelectual.

En 2006, la Oficina Central de PI estableció siete puntos prioritarios para la Fase II, 2006-2008:

Cuestiones prioritarias de la Fase II: 2006-2008

1. Llevar a la práctica la política de PI a escala global.
2. Extender la política de PI a las áreas locales y prestar apoyo a las PYMES y a sociedades de capital de riesgo.
3. Alentar la creación de oficinas de PI en universidades y organismos públicos y fomentar la cooperación entre el sector académico y el empresarial.
4. Reformar la estructura del sistema de aplicación de patentes y asegurar que los exámenes de solicitud de patentes se realicen con rapidez.
5. Desarrollar la industria de contenidos.
6. Fomentar la marca “Japón”.
7. Desarrollar los recursos humanos relacionados con la PI.

9. Conclusión

1. Japón se enfrenta al reto de prosperar en un mundo de cambios profundos y lograr un crecimiento sostenible por medio de la creación de innovación a partir de un sector tecnológico y científico que sea dirigido con éxito por el Gobierno y se sitúe a la cabeza mundial.

2. Con arreglo al tercer Plan Básico de Ciencia y Tecnología se han establecido los fondos apropiados para la investigación básica que potencie el motor de creación de conocimiento. También se ha fomentado estratégicamente la I+D enfocada al establecimiento de políticas a fin de acelerar la transformación de conocimiento en innovación junto con la reforma del sistema de las universidades y de los organismos nacionales de I+D. Todo ello en colaboración con el sector empresarial y contando siempre con la financiación del Gobierno.

3. Japón se enfrenta también a la resolución de problemas globales como las cuestiones energéticas y de medio ambiente, usando al máximo las ciencias y tecnologías avanzadas y considerando ese reto como un impulso para el crecimiento económico y la cooperación internacional.

10. Referencias

Science and Technology Basic Plan, Gobierno de Japón, Marzo 28, 2006
Long-term Strategy “Innovation 25”, Gobierno de Japón, Junio 1, 2007

(Endnotes)

1 *Innovate America*. A fin de hacer más fluida la lectura, hemos optado por ofrecer la traducción de la mayoría de los títulos de informes, programas, planes, etc. en el cuerpo del texto, y reflejar el original en estas notas. Sólo en el caso de aquellas siglas que no cuentan con una traducción reconocida añadiremos su posible traducción junto al original.

2 *Rising above the Gathering Storm*.

3 *American Competitiveness Initiative*.

4 También conocida como la ley *America COMPETES (America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education and Science)*.

5 *New Lisbon Strategy / Competitiveness and Innovation Framework Program*.

6 *Innovation Framework Program 7*.

7 *Science and Innovation Framework 2004-2014*.

8 *Innovation Nation*

(http://www.dius.gov.uk/publications/innovation_nation_docs/ScienceInnovation_web.pdf)

9 *National Medium- and Long-term Plans for S&T Development*

(<http://cordis.europa.eu/erawatch/index.cfm?fuseaction=policy.document&uuid=C47F0281-C6D5-999E-D01CF3D4E651C63D>)

10 *Innovation 25* (http://www.cao.go.jp/innovation/en/pdf/innovation_final.pdf).

11 *Ministry of Education, Culture, Sports, S&T (MEXT)*.

12 *Ministry of Economy, Trade and Industry (METI)*.

13 Se entiende por innovación discontinua aquella que satisface una necesidad de una forma sin precedentes.

14 *Japan Perspective* (Propuesta del Consejo Científico de Japón, Septiembre de 2002 <http://www.scj.go.jp/en/perspective.pdf>).

15 *The Gist of Japan's Policy on S&T* (Declaración del Consejo Científico de Japón, Abril de 2005).

16 *The Future Society Envisioned by the Science Community* (Informe del Consejo Científico de Japón, Enero de 2007).

17 *Technology Forecast Survey*.

18 Centro de Investigación de Materiales/ Moléculas/ Átomos.

19 Instituto de Física y Matemática del Universo (www.ipmu.jp).

20 Instituto de Ciencias de los Materiales/Células Integradas.

21 Centro de Investigación Fronteriza de Inmunología (<http://www.ifrec.osaka-u.ac.jp>).

22 Centro Internacional de Nanoarquitectura Electrónica de Materiales, Instituto Nacional para la Ciencia de los Materiales.

23 HEMS (*Home Energy Management System*, “sistema de gestión de la energía en el hogar”).

BEMS (*Buildings Energy Management System*, “sistema de gestión de la energía en los edificios”).

CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*, “sistema de evaluación integral para la eficiencia medioambiental de los edificios”).

■ Políticas científicas y tecnológicas en India

Laxman Prasad.

Asesor del National Science and Technology Management Information System (NSTMIS), departamento de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la India

1. Prólogo

El fomento de la ciencia y de la tecnología está vinculado al desarrollo de medidas de actuación que se encuentran recogidas en las políticas industriales, las políticas científicas y tecnológicas, las políticas comerciales, las políticas fiscales y las políticas educativas. Cada país tiene sus propias particularidades y, por tanto, estas medidas deben ser específicas para cada país teniendo en cuenta su nivel de desarrollo económico y cultural. Desde la Independencia de la India en 1947, se han venido realizando grandes esfuerzos para transformar el país a través de la ciencia y la tecnología, para lo que se han desarrollado exhaustivas políticas de desarrollo. En el presente artículo nos centraremos principalmente en los objetivos que pretenden alcanzar las políticas propuestas. Para un estudio exhaustivo, es esencial referirse a las políticas y estatutos originales.

2. El desarrollo científico y tecnológico en el período anterior a la Independencia (1947)

La India ha destacado en el ámbito científico y tecnológico desde la antigüedad. En el campo de la medicina, destacan Charak y Susruta. El sistema decimal de numeración para la representación de los dígitos es la contribución fundamental de la India en el ámbito de las matemáticas. Asimismo los nombres de Aryabhata y Bhaskara son bien conocidos por las raíces cuadradas y cúbicas, y por resolver ecuaciones de primero y segundo grado. En el campo de la metalurgia, la gloria de la India es la famosa *Columna de Hierro en Delhi – la maravilla inoxidable*. Se pueden citar ejemplos adicionales en el ámbito de la agricultura, la cerámica, sistemas de regadío, construcción de casas, arquitectura, trabajos en cuero, textiles, etc.

Durante el período británico se realizaron grandes esfuerzos para sondear y explotar los recursos naturales de la India para el abastecimiento de materias primas. Los Estudios Generales sobre la India, el Estudio Geológico de la India, el Estudio Zoológico de la India, el Instituto Imperial de Investigación Agrícola, el Consejo de Investigación Científica e Industrial y la Asociación India de Fondos para la Investigación son algunas de las iniciativas del período colonial.

La educación científica también recibió una atención especial durante este período, empezando por la fundación de tres universidades en 1857 en Calcuta, Bombay y Madras. En el momento de la Independencia, el país contaba con 17 universidades, algunas escuelas de ingeniería, escuelas de postgrado, escuelas de medicina e instituciones de investigación. Pero si se observa la densidad de población y su distribución territorial, las infraestructuras para la educación científica y tecnología distaban mucho de ser satisfactorias.

3. El desarrollo científico y tecnológico tras la Independencia (1947)

La ciencia y la tecnología recibieron un nuevo impulso tras la Independencia. Para monitorizar el desarrollo planeado para el país se creó la Comisión de Planificación bajo la Presidencia del Primer Ministro en 1950. La Comisión de Becas Universitarias se creó en 1953 para promover y coordinar la educación universitaria del país.

El Consejo Nacional para la Investigación y la Formación Educativa se creó en 1963 para aconsejar al Ministerio de Educación sobre asuntos académicos. Se crearon una variedad de departamentos cuya misión era el desarrollo de actividades científicas. Se aceleró la creación de universidades, escuelas de medicina, escuelas de ingeniería, escuelas politécnicas e institutos de formación industrial para la educación científica. Se creó una cadena de laboratorios nacionales para la investigación científica bajo la égida del Consejo de Investigación Científica e Industrial, el Consejo de Investigación Agrícola y el Consejo de Investigación Médica. Los rasgos más destacados de estas iniciativas se reflejan a continuación.

4. Planes e instrumentos de la política científica y tecnológica

4.1 Planes científicos y tecnológicos

Tras constituirse la Comisión de Planificación en 1950, se lanzó el Primer Plan Quinquenal en 1951. Dicho plan otorgaba una importancia primordial al establecimiento de infraestructuras científicas y tecnológicas. Como resultado de este Plan, se estableció una cadena de laboratorios e instituciones para la investigación repartida por todo el país.

El Segundo Plan Quinquenal enfatizaba la necesidad de fortalecer las instalaciones de investigación ya existentes, coordinar la investigación entre las distintas agencias, crear una fuerza de trabajo científica y tecnológica adecuada, y unir el trabajo de investigación a nivel nacional con las necesidades locales. La Resolución de la Política Científica también se anunció durante este Plan Quinquenal en 1958.

El Tercer Plan Quinquenal impulsaba la investigación básica en las universidades, así como la formación de personal de investigación y la expansión de programas de becas de investigación. El desarrollo y la fabricación de instrumentos de uso científico e industrial se mencionaron como un tema que requería una atención especial por parte del Gobierno.

Los esfuerzos del Cuarto Plan Quinquenal estaban dirigidos hacia la investigación industrial integrada, la investigación en sanidad, y la mejora de la coordinación y la evaluación periódica de los distintos programas de investigación.

Cuando se elaboró el Quinto Plan Quinquenal, en 1973, se constituyó un Comité Nacional de Ciencia y Tecnología para preparar un documento titulado “Approach to Fifth Five Year Plan” (“Aproximación al Quinto Plan Quinquenal”). La principal motivación de este Plan era la erradicación de la pobreza.

El Sexto Plan Quinquenal se formuló siguiendo unas pautas diferentes. El plan preliminar se elaboró basándose en un amplio abanico de discusiones con

científicos de todo el país. La principal motivación del Sexto Plan Quinquenal era el crecimiento, la modernización y el desarrollo social.

Para el Séptimo Plan Quinquenal la Comisión de Planificación constituyó Grupos de Trabajo, formados por eminentes científicos de cada ministerio. El informe del Grupo de Trabajo se discutió en más detalle por parte de los Comités Directivos formados por expertos de distintos sectores. La novedad de este Plan fue el establecimiento de la consecución de objetivos dentro un marco específico de tiempo, así como la identificación de áreas de fomento científico y tecnológico para su implementación.

El énfasis del Octavo Plan Quinquenal recaía sobre la investigación básica, la investigación innovadora en tecnologías emergentes, la difusión de la tecnología y la integración de la ciencia y la tecnología en sectores socioeconómicos rurales para abastecer las necesidades de agua, alimentos, nutrición, salud y sanidad, vivienda, energía, empleo, etc.

El enfoque de los Planes Noveno y Décimo fue el desarrollo de la investigación orientada a un modelo de traslación de los resultados de laboratorio al entorno, la modernización de la infraestructura científica y tecnológica existente y el establecimiento de colaboraciones entre la industria y las instituciones académicas para el beneficio de la sociedad.

El actual Plan es el Undécimo de la serie. Este Plan tratará de conseguir un crecimiento global como modo de crear nuevas oportunidades laborales, el empoderamiento del habitante medio y la expansión de los sistemas de educación y de sanidad.

El gasto en ciencia y tecnología ha ido aumentando progresivamente de un Plan al siguiente como muestra la siguiente Tabla. El factor de multiplicación oscila entre 2 y 3, excepto durante el Quinto Plan en el que la asignación a la ciencia y a la tecnología casi se quintuplicó.

Tabla 1. Gasto en ciencia y tecnología durante los planes quinquenales

Plan	Periodo	Gasto (Rs. en crores)
1 ^{er} Plan	1951-56	14

Plan	Periodo	Gasto (Rs. en crores)
2° Plan	1956-61	33
3° Plan	1961-66	71
4° Plan	1969-74	142
5° Plan	1974-79	693
6° Plan	1980-85	2016
7° Plan	1985-90	5106
8° Plan	1992-97	6125
9° Plan	1997-02	12073
10° Plan	2002-07	23552
11° Plan	2007-12	75304

1 Crore = 10 Millones

4.2 Instrumentos de la Política Científica y Tecnológica

4.2.1 Política industrial

En 1948, inmediatamente después de la Independencia de la India, el desarrollo industrial fue una de las principales prioridades del Gobierno. Teniendo en cuenta el nivel de desarrollo del país, el Gobierno promulgó la Resolución sobre Política Industrial y la Ley de Desarrollo y Regulación de la Industria (IDR, por sus siglas en inglés) de 1951. La Resolución describía la forma de abordar el crecimiento industrial, mientras que la Ley regulaba el desarrollo industrial a través de licencias industriales y otras medidas. La Política Industrial se revisó exhaustivamente en 1956 para equipararla a los objetivos y a los derechos fundamentales que se recogían en la Constitución de la India – el libro de las reglas de oro del país. El objetivo principal de la Resolución de 1956 era el de acelerar el crecimiento industrial sobre el esquema de una sociedad socialista. Desde entonces la Política Industrial ha sufrido varias revisiones para adecuarse a las aspiraciones del pueblo, siendo modificada a través de Declaraciones en 1973, 1977, 1980 y 1991.

La Declaración de Política Industrial de 1973 permitió la inversión por parte de grandes firmas y empresas extranjeras en industrias identificadas como

altamente prioritarias. La Declaración de Política Industrial de 1977 definía el papel de la industria local y adoptó varias medidas para impulsarla. La Declaración de Política Industrial de 1980 centraba su atención en la necesidad de promover la competencia en el mercado doméstico, la actualización tecnológica y la modernización. Esta política sentó los cimientos para la exportación tecnológica e impulsó la inversión extranjera en áreas de alta tecnología. En el año 1985 se incorporaron muchos cambios en el procedimiento de la Política Industrial. Coste, calidad y competitividad fueron los ejes centrales de estos cambios que provocaron que la industria se viese en la necesidad de actualizar y modernizar sus instalaciones. En julio de 1991, el Gobierno anunció una Política Industrial con cambios substanciales. Las licencias industriales, introducidas con la Ley de Desarrollo y Regulación (IDR) de 1951, fueron abolidas excepto aquellas especificadas en la Declaración. Las industrias que se mantuvieron bajo licencia industrial incluían las del carbón, el petróleo, el azúcar, las sustancias químicas peligrosas, los medicamentos, los fármacos, etc., es decir, aquellas industrias vinculadas a la seguridad nacional y a la sociedad.

4.2.2 Política para la atracción de Inversión Extranjera

El Gobierno liberó gran parte de la economía India de la obligación de solicitar permisos para iniciar una actividad industrial y, al mismo tiempo, facilitó el libre flujo de inversiones extranjeras en varios sectores, especialmente en sectores de alta tecnología.

Para mejorar el nivel tecnológico, el desarrollo del marketing y el incremento de las exportaciones, se consideró que una mayor inversión extranjera era un elemento esencial de la política industrial. El Gobierno, con la Declaración de 1991, permitió la inversión extranjera directa hasta el 51%, donde los honorarios de *royalties* y *know-how* se incluían en las condiciones generales. Las propuestas que excedían estos límites debían recibir la aprobación expresa por parte del Gobierno.

La política del Gobierno para favorecer la inversión extranjera directa obtuvo resultados positivos. Durante la década de 1990-2000, la participación extranjera rondaba los 16.500 millones de dólares. Esta cantidad se ha visto incrementada hasta los 48.500 millones de dólares durante el periodo 2000-

2008. La inversión extranjera directa se ha dado sobre todo en sectores como el de la informática, las telecomunicaciones, la construcción, la automoción, la energía y en el sector farmacéutico.

■ Tabla 2. Inversión Extranjera Directa

Total 1990-00	16.500
2000-01	2.400
2001-02	4.000
2002-03	2.700
2003-04	2.200
2004-05	3.200
2005-06	5.500
2006-07	15.700
2007-08	12.200
Total 2000-08	48.500

(US\$ millones)

4.2.3 Acuerdos de cooperación tecnológica internacional

Siguiendo el esquema de liberación de las licencias industriales, el Gobierno también simplificó la importación de tecnología por parte de la industria. Antes de 1991 cada una de las propuestas de transferencia de tecnología desde el extranjero requería el visto bueno del Gobierno desde el punto de vista de su utilidad, honorarios tecnológicos, absorción de la tecnología, acuerdos de precompra, etc. La Declaración de 1991 permitió a la industria privada negociar acuerdos y honorarios tecnológicos libremente. Asimismo, se concedió automáticamente permiso para los acuerdos sobre tecnología extranjera en industrias de alta prioridad hasta unos límites establecidos. Las industrias de alta tecnología para este propósito incluían industrias metalúrgicas, calderas y plantas generadoras de vapor, turbinas industriales, motores de combustión interna, equipamiento de rayos-X, etc. Respecto a las industrias no consideradas como prioritarias, se concedió el permiso automático con pequeñas restricciones.

El impacto de la Política de importación de tecnología es evidente si se observa en la Tabla que figura a continuación el número de colaboraciones en cada década. Las importaciones anteriores a 1991 requerían obligatoriamente el permiso del Gobierno, por lo que el número de colaboraciones fue muy inferior de las que tuvieron lugar durante la década 1991-2000. En 1991 solamente hubo 891 colaboraciones, en contraste con las 2.098 que se llevaron a cabo durante el año 2000.

■ Tabla 3. Colaboraciones internacionales

Hasta 1960	1.505
1961-70	3.187
1971-80	3.055
1981-90	7.979
1991-00	18.709
1991	891
2000	2.098

(Número)

4.3 La ciencia y la tecnología en la Política de Exportación e Importación (2004-2009)

La Política de Exportación e Importación, comúnmente denominada *Política Comercial*, también ha sufrido revisiones para acomodarse a las disposiciones de normativas de rango superior. Los objetivos básicos de la Política Comercial son:

- Facilitar el crecimiento sostenido de las exportaciones.
- Estimular el crecimiento económico mediante el acceso a materias primas, productos intermedios, componentes, consumibles y bienes capitales necesarios para aumentar la producción y ofrecer servicios.
- Fortalecer la tecnología y la eficacia de la agricultura en la India, así como el sector industrial y de servicios.
- Ofrecer a los consumidores bienes y servicios internacionales de buena calidad a precios competitivos al tiempo que se crean condiciones equitativas para los productores domésticos.

La Política Comercial ha apoyado la promoción científica y tecnológica del país de un modo muy concreto. Se facilitó la importación de equipamiento sofisticado y de instrumentos para la investigación científica mediante la “Open General License” (Licencia General Abierta, OGL por sus siglas en inglés), lo que significaba que el permiso del Gobierno no era necesario para importar equipamientos, incluyendo las materias primas, destinados a I+D. Para cualquier otro propósito la mayoría de los productos necesitaban contar con un permiso. Asimismo, las importaciones realizadas por instituciones de investigación científica estaban exentas de impuestos, al contrario de las importaciones industriales para este propósito. La exportación de productos de alta tecnología recibe un tratamiento especial.

4.4 Política Educativa Nacional

La Política Educativa Nacional entró en vigor en 1986 con el objetivo de proveer mano de obra científica, técnica y de gestión competente para hacer frente a los complejos retos técnico-comerciales de la industria moderna. También contempla la colaboración efectiva entre las empresas y las instituciones nacionales para cubrir las carencias tecnológicas del país.

4.5 Políticas Científicas y Tecnológicas

La ciencia y la tecnología juegan un papel vital en el desarrollo de cualquier economía. En el contexto de la India, el Gobierno ha apoyado la ciencia y la tecnología desde el mismo momento de la Independencia. El Gobierno ha adoptado una serie de políticas y prácticas en este campo entre las que destaca la Política Científica y Tecnológica.

4.5.1 Resolución de Política Científica (1958)

La primera resolución en el campo de la ciencia y la tecnología se implementó por parte del Gobierno bajo el mandato del Primer Ministro Shri Jawaharlal Nehru.

JAWAHARLAL NEHRU: “El progreso de la Ciencia y de su vástago, la tecnología, está cambiando la percepción del hombre de sí mismo y del mundo... la Ciencia pondrá fin a la superstición, los rituales y los dogmas”

Figura 1. Visión del Primer Ministro Shri Jawaharlal Nehru de la ciencia y tecnología



La Resolución sobre la Política Científica (SPR, por sus siglas en inglés), que entró en vigor en 1958, perseguía los siguientes objetivos:

- Fomentar, promover y sostener, con todos los medios disponibles, el desarrollo de la ciencia y la investigación científica en todos sus ámbitos – pura, aplicada y educativa;
- Asegurar la oferta de científicos e investigadores nacionales del más alto nivel y reconocer su trabajo como pieza clave de la fuerza de la nación;
- Fomentar e iniciar, lo antes posible, programas para la formación de personal científico y de investigación, a una escala adecuada para hacer frente a las necesidades del país en cuanto a ciencia, educación, agricultura, industria y defensa;
- Fomentar el talento creativo de hombres y mujeres y que tenga su pleno desarrollo en la actividad científica;
- Fomentar la iniciativa individual para la adquisición y difusión del conocimiento en un ambiente de libertad académica; y, en general, asegurar el acceso a los beneficios que puedan derivarse de la adquisición y aplicación del conocimiento científico a todos los habitantes del país.

4.5.2 Declaración de Política Tecnológica (1983)

La Resolución sobre Política Científica de 1958 resultó ser una sólida base científica y tecnológica. Ayudó al país a alcanzar la autosuficiencia en la producción de alimentos, medicamentos y otros productos farmacéuticos, así como a aumentar su capacidad de absorción y adaptación a una amplia gama de tecnologías.

Hasta 1983 la mayoría de la producción industrial se basaba en tecnología importada, por lo que el intercambio con el extranjero era un tema de preocupación. En consecuencia, se elaboró un nuevo instrumento, bajo la forma de una política tecnológica, para identificar ciertas áreas de impulso para el desarrollo de una tecnología autóctona, así como para fomentar la importación de productos sustitutivos con el fin de mantener reservas de intercambio con el extranjero.

La Declaración sobre Política Tecnológica de 1983 destaca el importante papel de los laboratorios de I+D de las empresas del sector industrial y describe con detalle el apoyo del Gobierno al desarrollo de la tecnología nacional y a su comercialización a través de una serie de incentivos. Los objetivos que persigue la Política Tecnológica son los siguientes:

- Alcanzar la competitividad tecnológica y la autosuficiencia para reducir la dependencia exterior, sobre todo en áreas estratégicas y críticas, utilizando los recursos autóctonos con la máxima eficiencia;
- Proporcionar empleo bien remunerado y satisfactorio para todos los estratos sociales, en especial el empleo para las mujeres y los sectores más desfavorecidos de la sociedad;
- Conseguir la utilización de las destrezas y conocimientos tradicionales del pueblo indio a un nivel comercialmente competitivo;
- Asegurar el correcto equilibrio entre las tecnologías de producción en masa y la producción por parte de las masas;
- Asegurar el máximo desarrollo con un mínimo de desembolso de capital;
- Identificar la tecnología obsoleta aún en uso y organizar la modernización del equipamiento tecnológico;
- Desarrollar tecnologías competitivas a nivel internacional, particularmente aquellas con potencial de exportación;

- Conseguir una mayor eficiencia y mejor utilización de las habilidades existentes, así como mejorar la calidad y la fiabilidad de la producción;
- Reducir la demanda de energía, sobre todo aquella proveniente de fuentes no-renovables;
- Asegurar la armonía con el medioambiente, preservar el equilibrio ecológico y mejorar la calidad del entorno;
- Fomentar el reciclaje de residuos y la plena utilización de los subproductos.

4.5.2.1 Áreas específicas de interés bajo la Declaración de Política Tecnológica (1983)

La Declaración de Política Tecnológica mencionaba ciertas áreas que merecían una atención especial como la alimentación, la vivienda, la energía y la industria. Dentro de éstas se identificaron sub-áreas adicionales como prioritarias para ser atendidas a corto plazo. Los ámbitos de interés se centraron en:

- La agricultura, con especial énfasis en la agricultura de secano (incremento de la producción de legumbres y semillas oleaginosas);
- Utilización óptima de los recursos hidráulicos;
- El suministro de agua potable en las zonas rurales;
- Mejoras en la nutrición, la rápida reducción de las incidencias de ceguera, la erradicación de las principales enfermedades contagiosas (como la lepra y la tuberculosis) y la estabilización de la población;
- Viviendas de bajo coste;
- El desarrollo y uso de fuentes de energía renovables y no convencionales y el desarrollo industrial.

4.5.3 Política Científica y Tecnológica (2003)

Mientras que la Resolución sobre la Política Científica de 1958 sentó la base científica y tecnológica del país, la Declaración sobre Política Tecnológica de 1983 contribuyó a la aceleración del ritmo del desarrollo tecnológico nacional. En vista de la importancia de la globalización, la liberalización del comercio y de la importación de tecnología y la prevalencia de un fuerte régimen de propiedad intelectual, el Gobierno introdujo una nueva Política

Científica y Tecnológica en el año 2003. Esta Política se encuentra en vigor aún hoy en día. Los objetivos de la actual Política Científica y Tecnológica incluyen:

- Asegurar que la ciencia y la tecnología se encuentran plenamente integrados en todas las esferas de la actividad nacional y que alcanzan a cada uno de los ciudadanos de la India, hombres y mujeres, jóvenes y adultos para reforzar el espíritu científico, y que exista la posibilidad para todos de participar plenamente en el desarrollo científico y tecnológico del país.
- Asegurar el alimento, la seguridad agrícola, la nutrición, el medioambiente, el agua, la salud y la energía de un modo sostenible.
- Realizar un esfuerzo directo y continuado para aliviar la pobreza, mejorar la calidad de vida, acabar con el hambre y la malnutrición, reducir el trabajo inhumano y los desequilibrios regionales, tanto rurales como urbanos, y generar empleo que equilibre los avances científicos y tecnológicos con los conocimientos tradicionales.
- Fomentar la investigación en universidades y otras instituciones académicas, científicas y de ingeniería; Atraer a los jóvenes más brillantes a las carreras de ciencia y tecnología, y crear oportunidades laborales adecuadas para estos estudiantes, así como construir y mantener centros de I+D que les permitan desarrollar sus labores de investigación al nivel de los estándares internacionales más altos.
- Promover el empoderamiento de la mujer en todas las áreas científicas y tecnológicas y asegurar su participación plena y equitativa.
- Facilitar la autonomía y libertad necesarias para el funcionamiento de todas las instituciones académicas y de I+D, a la vez que se asegura que el proyecto nacional de ciencia y tecnología se lleva a cabo.
- Utilizar todo el potencial científico y tecnológico moderno para proteger, preservar, evaluar, actualizar y utilizar el conocimiento adquirido a lo largo de la experiencia de la civilización de la India.
- Alcanzar los objetivos estratégicos y aquellos relacionados con la seguridad nacional mediante los últimos avances científicos y tecnológicos.
- Promover la investigación y la innovación en áreas de relevancia para la economía y la sociedad, particularmente mediante el fomento de las relaciones entre instituciones científicas y tecnológicas públicas y privadas. Sectores tales como la agricultura, la ganadería y la pesca, la gestión y depuración de aguas, la educación, la industria, las energías incluyendo las

renovables, la comunicación y el transporte recibirían la máxima prioridad. Otras áreas clave a promover por su especial importancia son las tecnologías de la información, la biotecnología y la tecnología de materiales.

- Fortalecer los mecanismos relacionados con el desarrollo tecnológico, desde su concepción teórica hasta su plena utilización y comercialización.
- Establecer un régimen de Derechos de Propiedad Intelectual (DPI) que garantice la eficaz protección de la propiedad intelectual por parte de cualquier tipo de inventor/a. El régimen también implementaría políticas de apoyo para la rápida y efectiva comercialización doméstica de las invenciones para que puedan resultar de la máxima utilidad pública.
- Asegurar, en una era en la que la información es clave para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, que se realizan todos los esfuerzos posibles para que exista un acceso rápido a la información a precios asequibles.
- Fomentar la investigación y la aplicación de medidas para la predicción, prevención y mitigación de desastres naturales, en particular hambrunas, ciclones, terremotos, sequías y deslizamientos de tierra.
- Promover la cooperación internacional en materia científica y tecnológica para alcanzar las metas de desarrollo y seguridad nacional, y convertirlo en un elemento clave de nuestras relaciones internacionales.
- Integrar el conocimiento científico en aportaciones de otras disciplinas, y asegurar la participación de científicos y tecnólogos en proyectos nacionales para que el espíritu y los métodos de la investigación científica tengan un hondo calado en las áreas de influencia pública.

4.5.4 Incentivos y mecanismos de apoyo a la I+D

En la India existe un número de incentivos fiscales y medidas de apoyo que pretenden fomentar la I+D para el desarrollo industrial. Entre estas medidas se encuentran las siguientes:

- Amortización del gasto de capital en I+D en el año en que se produce el gasto.
- Deducción ponderada de impuestos hasta un 125% para el patrocinador de programas de investigación en universidades, Institutos Indios de Tecnología y laboratorios nacionales funcionando bajo la égida del Consejo Indio de Investigación Agrícola (ICAR, por sus siglas en inglés), el Consejo Indio de Investigación Médica (ICMR), el Consejo de Investigación Científica e Industrial

(CSIR), la Organización para la Investigación y el desarrollo de Defensa (DRDO), el Ministerio de Comunicación y Tecnologías de la Información, el Departamento de Biotecnología y el Departamento de Energía Atómica.

- Deducción ponderada de impuestos hasta un 150% de los gastos de I+D (excluyendo los gastos generados por suelo y construcción), generados en los centros de I+D homologados de empresas involucradas en el negocio de la biotecnología o en el negocio de la fabricación o producción de cualquier medicamento, producto farmacéutico, equipos electrónicos, ordenadores, equipos de telecomunicaciones, sustancias químicas, aeronaves y helicópteros, componentes para automóviles o cualquier otro artículo u objeto notificado por el Gobierno. Los gastos en investigación científica relacionados con los medicamentos y los productos farmacéuticos incluirán los gastos generados por las pruebas clínicas de los medicamentos.

- Exención fiscal durante diez años consecutivos de gravamen para las empresas cuyo único objetivo sea “La Investigación y el Desarrollo Científico e Industrial”, y que hayan sido aprobadas después del 31 de marzo del año 2000, pero antes del 1 de abril de 2007 (Sección 80-IB (8A) de la Ley del Impuesto sobre la Renta).

- Exención del impuesto sobre la renta en un 125% para donaciones hechas a Organizaciones de Investigación Científica e Industrial aprobadas (Sección 35 (1) (ii) y 35 (1) (iii) de la Ley del Impuesto sobre la Renta).

- Régimen de depreciación acelerada para inversiones en plantas y en maquinaria realizada con tecnología local (Norma 5(2) de las Normas I.T.).

- Exención arancelaria para instituciones de I+D con financiación pública y para organizaciones privadas de investigación científica e industrial, tanto para bienes de equipo como para consumibles necesarios para la I+D. (Notificación No. 51/96-*Customs*, de fecha 23 de julio de 1996).

- Exención de impuestos especiales para instituciones de I+D con financiación pública y para organizaciones de investigación científica e industrial, tanto para bienes de equipo como para consumibles necesarios para I+D (Notificación No. 10/97-*Central Excise*, de fecha 1 de marzo de 1997).

- Exención de impuestos especiales durante 3 años para bienes diseñados y desarrollados por empresas de capital exclusivamente indio y patentados en dos países aparte de la India, en EEUU, Japón o cualquier país de la Unión Europea (Notificación No. 15/96-CE de 23 de julio de 1996 revisada mediante notificación No. 13/99-CE de fecha 28 de febrero de 1999).

- Exención del Control de Precios de los Medicamentos que hayan sido

fabricados localmente o producidos a través de un proceso desarrollado mediante I+D local.

- Los estándares de referencia farmacéutica se podrán importar libremente según la notificación No. 26/2003 *Customs* de fecha 1 de marzo de 2003 (entrada sustituida en S.No. 138 de la tabla en dicha notificación).

- Los equipos de análisis y especiales para uso en los sectores farmacéutico y de la biotecnología se podrán importar libres de aranceles.

- Los laboratorios privados de I+D de empresas de industrias reconocidas por el Gobierno pueden optar al apoyo financiero por parte de varias fundaciones.

4.6 Política sobre derechos de propiedad intelectual

La propiedad intelectual tiene relación con las patentes, el *software*, el *copyright* y las marcas registradas. La primera ley relacionada con la protección de patentes se implantó en la India en el año 1856, cuando no había ni una sola universidad en el país. La ley otorgaba ciertos privilegios al inventor de un producto o un proceso durante un periodo de 14 años. La introducción de una ley así cuando ni siquiera había una universidad existente en el país es un claro reflejo de las intenciones del Gobierno de establecer un mercado definido para los productos y procesos que se generaban fuera del país. Esta Ley de Patentes ha sido revisada sucesivamente (1959, 1911, 1970 y 2005). La Ley de 1970 contemplaba las patentes en los sectores de la alimentación, la medicina y los fármacos, no permitía la patente de ninguna invención relacionada con la energía atómica, y el periodo máximo de protección era de 14 años. En cumplimiento con el acuerdo ADPIC (Acuerdo de la OMC sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio), en vigor desde el 1 de enero del 2005, en adelante la patente de productos se amplía a todos los campos de la tecnología y la vida útil de la patente se extiende de 14 a 20 años. Todas las demás leyes, concretamente la Ley de *Copyright*, la Ley de Registro de Diseños y la Ley de Marcas Registradas, cumplen con los tratados internacionales.

4.7 Transferencia de los derechos de propiedad intelectual generados en instituciones científicas y tecnológicas

No existe una legislación común en todo el país en relación a la transferencia de la propiedad intelectual generada por los investigadores de las universidades

e instituciones nacionales. Cada institución sigue la práctica acordada por parte de sus consejos reguladores. La característica común, sin embargo, es que el inventor es debidamente recompensado mediante el reparto de los ingresos generados por la explotación de los derechos de propiedad intelectual de su obra. La parte correspondiente al inventor varía de institución a institución. Existe una situación parecida en cuanto a los derechos de propiedad intelectual generados a partir de fondos aportados por varios ministerios gubernamentales, como el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Ministerio de Medioambiente y Bosques, etc. Algunos Ministerios han estipulado que los derechos de propiedad intelectual generados a partir de proyectos financiados por ellos serían propiedad del Gobierno de la India, mientras que otros han establecido que dichos derechos de propiedad intelectual pertenecerían a las instituciones de investigación. Actualmente, las instituciones financiadas con fondos públicos pueden consultar a la Corporación Nacional de Investigación para el Desarrollo para decidir sobre los términos de la transferencia de tecnología.

Para remediar esta situación, el Gobierno está realizando esfuerzos para publicar una ley siguiendo el esquema de la Ley Bayh-Dole de 1980 de EEUU, para sistematizar la transmisión de los derechos de propiedad intelectual generados a partir de fondos de instituciones públicas. Se espera que esta ley cimiente las relaciones industria-instituciones, y también que sirva para orientar a las instituciones de investigación para realizar proyectos de investigación que hallen una aplicación práctica en la industria.

5. Instituciones científicas y tecnológicas

5.1 Comités científicos y tecnológicos de alto nivel

El Gobierno ha constituido comités de alto nivel en momentos puntuales para buscar orientación sobre cómo encauzar sus esfuerzos en materia científica y tecnológica. Los miembros de estos comités provienen de distintas áreas científicas y tecnológicas, así como del área de las ciencias sociales y organizaciones no gubernamentales (ONG's). Dichos comités, establecidos en diferentes momentos, se explican brevemente a continuación:

El Comité Consultivo del Consejo de Ministros (SACC, por sus siglas en inglés), se creó en 1956 para aconsejar al Gobierno sobre cuestiones

científicas. Este comité fue reemplazado por el Comité de Ciencia y Tecnología (COST) en 1958. En 1971 el Gobierno constituyó el Comité Nacional de Ciencia y Tecnología (NCST) que preparó el primer y mayor ejercicio de formulación de un plan exhaustivo de ciencia y tecnología para el país. El Departamento de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la India se creó en 1971 siguiendo los consejos del NCST para implementar y coordinar actividades multidisciplinarias y que implicaban a varias agencias y ministerios. El NCST se reconstituyó como Comité Consultivo del Consejo de Ministros (SACC) en 1981. Este comité fue decisivo a la hora de simplificar los problemas burocráticos en ministerios y departamentos de ciencia y tecnología, y también para recomendar mejoras en las instalaciones y para el personal científico y tecnológico. En 1986 el SACC fue reemplazado por el Consejo Científico Consultivo para el Primer Ministro (SAC-PM, por sus siglas en inglés). El SAC-PM preparó un plan de objetivos para el año 2001, junto con varios informes sobre la situación de las áreas emergentes de la tecnología puntera y las medidas a adoptar para su implementación por parte del Gobierno. En 1997 el Gobierno constituyó el Comité del Gabinete Científico y Tecnológico bajo la presidencia del Primer Ministro, y el Consejo Científico Consultivo para el Primer Ministro se reconstituyó bajo el Prof. CNR Rao, un eminente científico. El SAC-PM está constituido por miembros de los Departamentos Científicos del Gobierno de la India, laboratorios nacionales, instituciones académicas y personas de renombre incluso provenientes de organizaciones de voluntarios. El comité tiene encomendado aconsejar al Gobierno sobre las medidas necesarias de implementar para mejorar el nivel científico y tecnológico del país.

5.2 Infraestructura científica y tecnológica

La infraestructura científica y tecnológica del país, tanto en el sector público como en el privado, se puede clasificar ampliamente en tres grupos. El primer grupo está formado por los departamentos gubernamentales y las instituciones financiadas por el Gobierno. Algunos departamentos gubernamentales han sido constituidos específicamente para la investigación científica. Por ejemplo, el Departamento de Energía Atómica, el Departamento de Investigación Espacial y Defensa y la Organización para el Desarrollo. Estos departamentos tienen la responsabilidad de asumir proyectos de I+D por sí mismos para cumplir los objetivos de sus respectivas organizaciones. Otros departamentos han recibido la tarea de apoyar la innovación y el desarrollo a través de la elaboración de políticas y la asignación de fondos para la investigación en universidades y laboratorios nacionales. Estos

departamentos incluyen el Departamento de Ciencia y Tecnología, el Departamento de Biotecnología, el Departamento de Investigación Científica e Industrial, etc. Otros departamentos llevan a cabo I+D en relación a una actividad económica específica que deben promover, por lo que sus actividades de investigación están más orientadas hacia la aplicación práctica que hacia la promulgación de teorías científicas. En esta categoría se encuentran algunos departamentos del Ministerio de Carbón, el Ministerio de Acero, el Ministerio de Transporte Terrestre, el Ministerio de Ferrocarriles o el Ministerio de Recursos Acuíferos.

5.2.1 Departamentos científicos

El Gobierno Central ha encargado a algunos departamentos las funciones exclusivas de realizar proyectos de innovación y desarrollo o de apoyar los proyectos de I+D que se llevan a cabo en las universidades y laboratorios nacionales. Estos departamentos científicos son los que se enumeran a continuación:

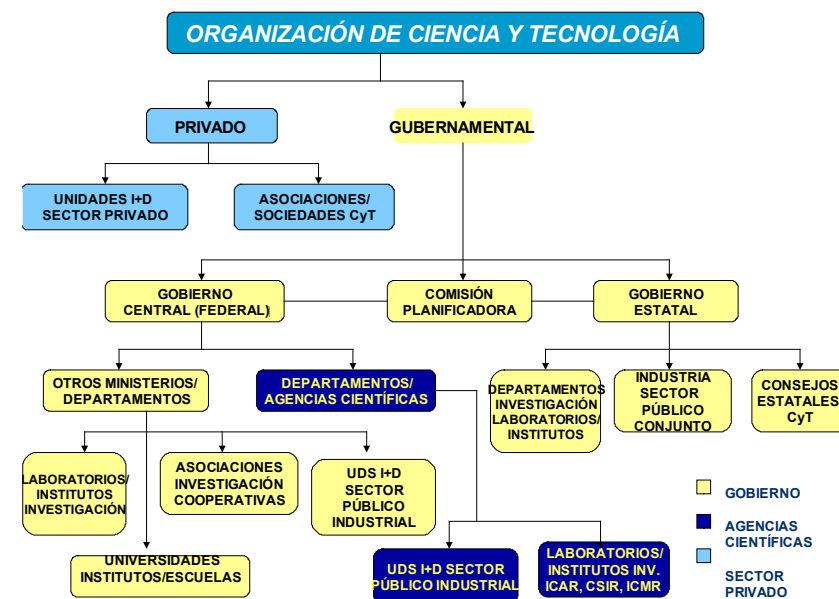
1. Departamento de Ciencia y Tecnología (DST, por sus siglas en inglés).
2. Departamento de Biotecnología (DBT).
3. Departamento de Energía Atómica (DAE).
4. Departamento de Investigación Científica e Industrial (DSIR).
5. Departamento de Investigación y Educación Agrícola (DARE).
6. Departamento de Investigación de la Salud (DHR).
7. Ministerio de Fuentes de Nuevas Energías y Renovables (MNRE).
8. Ministerio de Tecnología de la Comunicación e Información (MCIT).
9. Ministerio de Medioambiente y Bosques (MOEF).
10. Departamento Espacial (DOS).
11. Organización de Investigación para la Defensa y el Desarrollo (DRDO).
12. Ministerio de Ciencias Terrestres

Los Gobiernos regionales también cuentan con sus propias instituciones de investigación, compuestas generalmente por universidades agrónomas, estaciones de investigación y centros de I+D en las propias industrias de la región. Cada Gobierno regional también establece Consejos Regionales de Ciencia y Tecnología para planificar y coordinar las actividades científicas y tecnológicas que tengan lugar allí.

En el segundo grupo se incluyen las instituciones científicas y tecnológicas que imparten educación superior, esto es, universidades, institutos de importancia

nacional y escuelas que emprendan actividades de investigación tanto básica como aplicada. Actualmente hay 284 universidades, incluyendo las instituciones consideradas de importancia nacional, y casi 17.000 escuelas de postgrado, con una matriculación total de unos 10 millones de estudiantes en todas las facultades.

Figura 2. Estructura científica y tecnológica de la India



En el tercer grupo encontramos los centros privados de I+D de industrias dedicadas principalmente a actividades de investigación y desarrollo para la consecución de los objetivos de la entidad corporativa. Asimismo, algunas industrias han establecido instituciones de I+D sin ánimo de lucro a fin de ampliar el alcance del I+D, incluyendo la realización de investigación bajo contrato o la investigación financiada por el Gobierno y otras organizaciones patrocinadoras. La Declaración de la Política Tecnológica (TPS, por sus

siglas en inglés) por parte del Gobierno en 1983 estipuló las intenciones del gobierno de fomentar la I+D en el seno de la industria y como resultado algunas industrias han establecido instituciones de I+D sin ánimo de lucro para beneficiarse de los incentivos ofrecidos en la Ley del Impuesto sobre la Renta y en la Política Comercial.

El siguiente diagrama muestra claramente la amplia estructura científica y tecnológica del país.

En resumen, existen casi 3.960 instituciones que realizan actividades de I+D en la India. Esto incluye 707 instituciones/laboratorios bajo el Gobierno Central, principalmente bajo la égida del Consejo de Investigación Científica e Industrial, el Consejo Indio de Investigación Agropecuaria y el Consejo de Investigación Médica, 834 institutos de investigación, empresas mixtas y centros de investigación bajo Gobiernos Regionales, 284 universidades y 2.020 unidades propias de I+D en el sector privado, incluyendo 248 organizaciones sin ánimo de lucro de investigación científica industrial (SIRO, por sus siglas en inglés). El establecimiento de organizaciones sin ánimo de lucro para la I+D por parte del sector privado es el resultado de los incentivos gubernamentales que exoneraban de impuestos las donaciones de la industria para tales entidades. Además de estas instituciones, existen 5 entidades profesionales científicas fundadas por el Gobierno para fomentar la investigación científica en varias disciplinas. Estas entidades profesionales son:

- La Academia Nacional de las Ciencias
- La Academia Nacional India de Ingeniería
- La Academia Nacional Científica de la India
- La Asociación del Congreso Científico de la India
- La Academia Científica de la India

5.2.2 Instrumentos para la comercialización científica y tecnológica

Tanto el Gobierno central como los regionales, así como las industrias privadas han fundado un gran número de universidades, instituciones de I+D y laboratorios privados en el país. Estas instituciones están involucradas en investigación tanto básica como de aplicación, incluyendo el desarrollo experimental que posteriormente lleva a la generación de tecnología. El

desarrollo tecnológico en el marco institucional sigue siendo a escala de laboratorio, o en el mejor de los casos, a escala de pruebas-piloto. La optimización tecnológica es una propuesta arriesgada, y por tanto necesita la cobertura del Gobierno. El Gobierno ha emprendido varias iniciativas a este respecto que se describen brevemente a continuación.

5.2.3 Corporación Nacional para el Desarrollo de la Investigación (NRDC)

La creación de la Corporación Nacional para el Desarrollo de la Investigación para transferir tecnologías desarrolladas en el país, por parte de instituciones de I+D financiadas con fondos públicos, fue la primera iniciativa de calado llevada a cabo por parte del Gobierno a finales de los años 50. La NRDC se encarga de inventariar las tecnologías desarrolladas y acercarlas a industrias potenciales a través de ferias, revistas, conferencias, sondeos y contactos personales, con el propósito de conseguir alianzas, en general en un entorno industrial. La NRDC ayuda a las instituciones y a las industrias en la búsqueda de patentes, así como en el proceso para la solicitud de los derechos de propiedad intelectual en la India y en el extranjero. La Corporación ha emprendido varias iniciativas de difusión tecnológica para el desarrollo agrícola. Para este propósito se han construido Parques Tecnológicos Rurales para demostrar que la tecnología puede mejorar los rendimientos del trabajo agrícola. La NRDC también actúa como un punto de referencia para la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI) a la hora de conceder galardones a científicos por sus inventos.

5.2.4 Parques científicos y tecnológicos / Incubadoras de negocios tecnológicos

Las universidades y las instituciones de I+D están a la vanguardia del conocimiento. Para conceder una oportunidad a potenciales empresarios de realizar pruebas de campo de productos o procesos que desean comercializar, el Gobierno ha establecido parques tecnológicos y científicos/incubadoras de negocios tecnológicos en varias instituciones académicas siguiendo el esquema de países desarrollados como EEUU y Reino Unido. Estos parques han servido de catalizadores para la conversión de científicos e ingenieros en potenciales empresarios. La Asociación de Bancos Nacionalizados ha implantado parques tecnológicos con el fin de inspirar confianza en que

apoyarán la comercialización de las tecnologías.

5.2.5 Centros de información sobre patentes

La patente de una novedad o utilidad industrial otorga el monopolio de explotación al titular de la misma. Bajo el régimen actual de patentes, los titulares de patentes tratan de solicitarlas en el mayor número posible de países que consideren potenciales para la aplicación comercial de sus productos o procesos. La comercialización de tales productos o procesos depende de la disponibilidad de tales patentes en el país donde se comercializará el producto. Es por tanto esencial que se haya llevado a cabo la búsqueda de patentes antes de emprender el trabajo de I+D, para explorar el estado de desarrollo del área de trabajo propuesto por el investigador. Para facilitar el Gobierno ha habilitado centros de información sobre patentes en algunas universidades para ayudar a los investigadores a realizar tales búsquedas. El Gobierno se hace cargo del coste íntegro de las búsquedas de patentes así como de cualquier desembolso en la solicitud de patentes dentro o fuera del país. La iniciativa del Gobierno ha sido aclamada a lo largo y ancho del país y el número de patentes solicitadas fuera del sector universitario financiado con fondos públicos también ha crecido. Asimismo, el tiempo dedicado por parte de los científicos a completar los requisitos procedimentales se ha optimizado.

5.2.6 Consejo de información tecnológica, previsión y evaluación

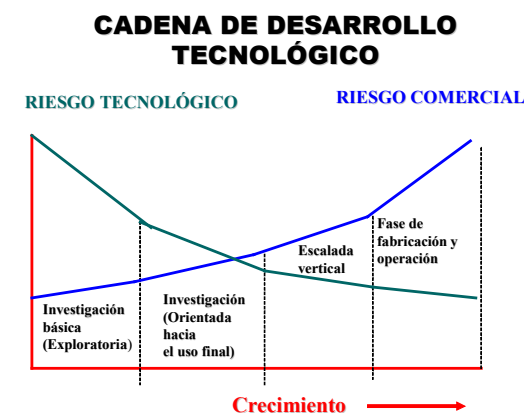
Tal como estipula la Declaración de Política Tecnológica de 1983 este Consejo fue creado en los años 80 para proporcionar información fiable a las industrias sobre distintos aspectos tecnológicos. Se formó como una entidad autónoma, para estar libre de ataduras con el Gobierno y así poder expresar su opinión objetivamente. Aparte de informar sobre los últimos avances en el ámbito científico y tecnológico, también tenía la responsabilidad de emitir informes periódicos sobre futuras tecnologías. El Consejo emprendió la tarea de realizar el documento “Visión 2025” en el contexto de la India. Un gran número de científicos, tecnólogos, consultores, industriales y científicos sociales provenientes del mundo académico, ONG's, industrias varias e instituciones nacionales fueron consultados acerca del futuro de la tecnología en varias áreas tales como la agricultura, la automoción, la industria textil, las comunicaciones y los materiales. El Consejo también estudió los previsibles obstáculos a

los que se enfrentará la implementación de la Visión 2025. El Consejo está gobernado por un Órgano Rector compuesto por eminentes personalidades y recibe apoyo económico del Gobierno. Todos los años, el Consejo premia a inventores nacionales por la comercialización de sus tecnologías.

5.2.7 Consejo de desarrollo tecnológico

En la cadena de desarrollo científico y tecnológico el principal riesgo al que hay que hacer frente es la comercialización de los productos. Se trata de un riesgo comercial más que tecnológico. El riesgo tecnológico es mayor cuando se encuentra en las primeras fases de investigación, puesto que no siempre es posible convertir una idea en un producto de consumo. Hay una alta posibilidad de fracaso durante estas fases tempranas.

Figura 3. Cadena de desarrollo tecnológico



Se ha visto que de media solamente uno de cada tres productos desarrollados en I+D es un éxito comercial. Para reducir este tipo de riesgo, el Gobierno estableció el Consejo de Desarrollo Tecnológico (1995-1996) para conceder créditos flexibles a la industria a fin de comercializar la tecnología local. El tipo de interés actual es del 3% de interés simple. En caso de fracaso de la tecnología existe la posibilidad de reducir la responsabilidad de la empresa a discreción del Consejo.

6. Recursos nacionales en I+D

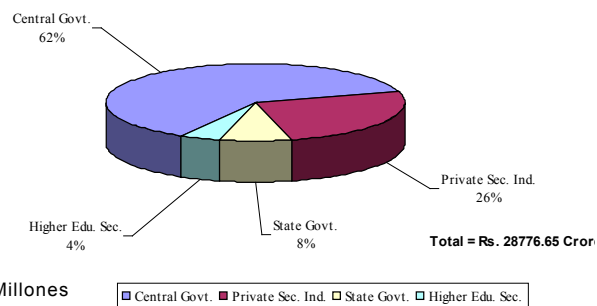
En las recientes Estadísticas de Investigación y Desarrollo 2007-2008 publicadas por el Departamento de Ciencia y Tecnología, el Gobierno de la India destaca las dimensiones de los recursos, tanto económicos como humanos, dedicados a I+D en el país.

6.1 Recursos económicos

El Departamento de Ciencia y Tecnología ha sido encargado de compilar, comparar y analizar los recursos económicos y humanos dedicados a I+D. Basándose en un sondeo a nivel nacional llevado a cabo en 2006-2007, se estima que la inversión nacional en actividades de I+D, tanto en el sector público como el privado, ascendió a 287.765,5 millones de rupias¹ en 2005-2006. Asimismo se estima que los recursos económicos empleados en 2006-2007 ascendieron a 329.416,4 millones de rupias y a 377.779 millones de rupias en 2007-2008. Entre las Agencias incluidas para el cómputo de este gasto figuran:

- Instituciones del Gobierno Central
- Instituciones de los Gobiernos regionales
- Instituciones de Educación Superior
- Centros de I+D internos del Sector Público
- Centros de I+D internos del Sector Privado
- Asociaciones de I+D sin ánimo de lucro

Figura 4. Gasto nacional en I+D (2005-2006)

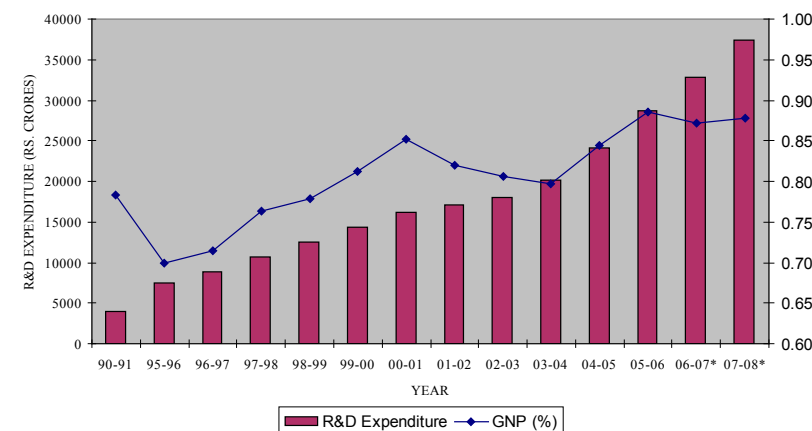


1 Crore = 10 Millones

1 EUR = 62,5853 INR

La distribución del gasto en I+D entre estos sectores se describe a continuación. Se puede observar que el mayor porcentaje, hasta el casi 75%, proviene de recursos del Gobierno. El gasto incurrido por los centros de investigación de empresas públicas, así como los gastos de las universidades, se han incluido en el sector del Gobierno. El sector industrial en su totalidad, tanto público como privado, incurre en un 34% del gasto nacional. Este esquema de gasto en I+D es precisamente lo opuesto de lo que sucede en países desarrollados, donde la mayoría de la inversión en I+D proviene del sector privado.

Figura 5. Gasto nacional en I+D y su porcentaje en relación con el Producto Nacional Bruto (PNB)



El gasto nacional en I+D, como porcentaje del Producto Nacional Bruto (PNB), es del 0,89%. En el periodo 2002-2003 este porcentaje era del 0,8%, lo que significa que el gasto en I+D se encuentra casi estancado desde hace varios años, sin alcanzar todavía la cifra del 1% del PNB. Las ayudas e incentivos para proyectos de I+D introducidos por el Gobierno han animado a la industria a invertir en innovación. La inversión en I+D por parte de los centros privados de investigación también se ha ido incrementando progresivamente en los últimos años. Durante 1980-81 era del orden de los 3.000 millones de rupias.

En 1985-86 alcanzó la cifra de 5.000 millones de rupias. Se calcula que el gasto actual en I+D por parte de los 1.250 centros reconocidos es del orden de los 68.000 millones de rupias. No obstante, el nivel de gasto por parte de los centros privados de investigación en su conjunto sigue siendo inferior al 1% de sus ingresos por ventas. Sólo 147 centros de investigación privados gastan más de 50 millones de rupias cada uno de ellos en I+D. La mayoría de los centros privados gastan menos de 10 millones de rupias en proyectos de I+D. Como resultado, en términos absolutos, el gasto en I+D ha ido en aumento año tras año, pero a causa del crecimiento de la economía, el efecto resultante en términos del porcentaje del PNB es apenas perceptible.

6.2 Recursos humanos

La Comisión de Planificación ha estimado el personal científico y tecnológico al principio y al final del periodo de duración de cada plan. El Instituto de Investigación de Recursos Humanos Aplicados (IAMR, por sus siglas en inglés), una institución de reconocido prestigio en el país, ha estimado las reservas de personal científico y tecnológico en varias disciplinas hasta el año 2001. La Tabla expuesta a continuación muestra el incremento progresivo del personal científico y tecnológico de década en década, pasando de unas reservas de 188.000 personas en 1950 a 8 millones de científicos y tecnólogos en 2001.

■ Tabla 4. Personal científico y tecnológico

Área	1950	1960	1970	1980	1990	2001
Ingeniería y tecnología	53,1	137,2	429,8	550,8	1189	2.556,1
Ciencia	76	213,3	55902	967,8	2.103,9	4.829,9
Agricultura	7,9	23,9	60,7	96,5	196,2	285,3
Medicina	51	75,6	124,8	167,6	319,9	415
Total	188	450	1.174,5	1.782,7	3.809	8.087,2

(Expresado en miles)

La mayor parte del personal científico y tecnológico son graduados en ciencias, seguidos por los licenciados en ingeniería. La distribución por campos del personal científico y tecnológico entre los años 1999 y 2001, en contraste a la distribución por décadas, se muestra a continuación:

■ Tabla 5. Clasificación del personal científico y tecnológico por especialidades

Especialidad	Reservas de personal científico y tecnológico (Miles)		
	1999	2001	Tasa anual de crecimiento (%)
Licenciados en ingeniería	913.7	1024.4	5.9
Diplomados en ingeniería	1379.5	1531.7	5.4
Licenciados en medicina	391.7	415.9	3.0
Licenciados en ingeniería agrónoma	223.8	238.6	3.3
Licenciados en veterinaria	44.0	46.7	3.0
Licenciados en ciencias	3655.4	4024.9	4.9
Postgraduados en ciencias	730.6	805.0	5.0
Total	7338.7	8087.2	5.0

6.2.1 Personal empleado en I+D

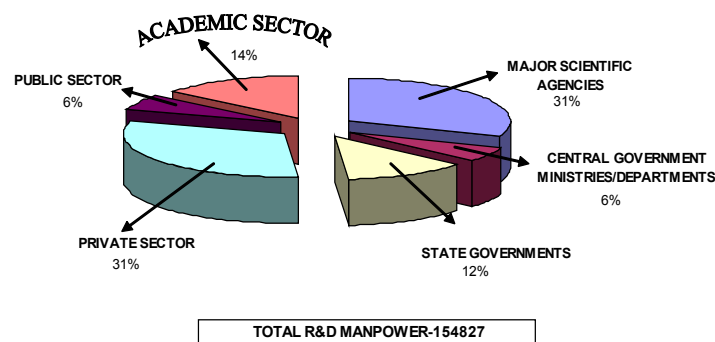
En abril de 2005, había unas 391.000 personas empleadas en centros de I+D tanto estatales como privados. De esta cifra unas 61.050 eran mujeres, lo que representaba un 15,6% del total de la capacidad investigadora del país. No obstante, no todo el personal se dedicaba a actividades meramente de investigación, sino que también se ocupaban de actividades auxiliares y funciones administrativas. La distribución de tareas a grandes rasgos es la siguiente:

- 1. Investigación en I+D - 39,6%
- 2. Actividades Auxiliares -27%
- 3. Funciones Administrativas - 33%

En consecuencia, los recursos humanos que se encuentran involucrados en actividades puramente de investigación ascienden a unos 154.827 investigadores. De ellos el 17,5% son doctores, el 38,2% estudiantes con estudios de postgrado, el 30,3% graduados y el 14% restante diplomados de disciplinas científicas y tecnológicas. De los 154.827 investigadores, el 12,7% eran mujeres.

La gran mayoría de los investigadores se encuentran empleados en el ámbito institucional y en las universidades. La distribución del personal de I+D en los distintos sectores tales como gobierno central, gobiernos regionales, instituciones científicas, sector académico, industrias públicas y privadas a fecha de abril de 2005 se puede observar a continuación:

■ Figura 6. Distribución del personal científico por sectores



A lo largo de los años ha habido un incremento sostenido de los investigadores empleados en centros de I+D ubicados en las propias empresas. En 1975-76 unos 12.000 trabajadores de I+D estaban empleados en centros de investigación reconocidos. Esta cifra aumentó a 30.000 en 1981-82. La estimación actual de los investigadores empleados en los aproximados 1.250 centros de investigación internos es de unos 65.000 trabajadores, de los que unos 20.000 están empleados en centros de investigación de empresas públicas y unos 45.000 trabajadores en laboratorios de I+D en empresas del sector privado. Del total de estos profesionales unos 3.500 son doctores, 21.000 tienen estudios de postgrado y unos 21.000 son licenciados.

7. Producción de I+D

La producción de I+D se refleja en el número de informes de investigación y doctorados publicados, las patentes solicitadas y los productos y procesos desarrollados anualmente por un país en su conjunto. La información sobre estos temas, exceptuando los productos y procesos, se recopila con facilidad, puesto que esta información es de dominio público.

La mayoría de los productos y procesos son desarrollados por el sector industrial, que guarda cualquier información al respecto con el máximo secretismo. Tal información tampoco cumple con las pruebas de validación, y por tanto no entra en las estadísticas/indicadores nacionales de investigación y desarrollo. Lo mismo sucede con las patentes. Pero dado que la información sobre este tema es fácilmente verificable desde la oficina central de patentes, queda reflejada dentro de los parámetros para la comparación internacional.

7.1 Publicación de informes de investigación

En India se publicaron cerca de 90.000 informes de investigación científica y tecnológica en revistas nacionales e internacionales en el año 2005. No obstante, sólo un número limitado de revistas indias tiene cobertura bajo el Índice de Citación Científica (ICC)¹. Por lo tanto, el número de informes de investigación publicados por los científicos en dichas revistas está muy por debajo de la cifra global nacional. Los datos que se ofrecen en las siguientes tablas revelan claramente este hecho.

La distribución temática de los informes de investigación se detalla en el gráfico anterior. El tema con más publicaciones de investigación son las ciencias químicas, seguido por la agricultura. Alrededor de 18.000 informes de investigación son publicados en revistas con cobertura del ICC. La contribución de la India a la publicación mundial es del orden del 2%.

¹ *Science Citation Index* (SCI) es una base de datos documental donde se recogen todas las contribuciones (artículos, editoriales, cartas, revisiones, discusiones, etc.) que se puedan publicar en las revistas de ciencia y tecnología indexadas por Thomson Scientific. Esta base de datos selecciona muy atentamente las revistas que indexa, siendo muy cuidadosa con los criterios de selección para mantener una alta calidad de la información. Publicar en una revista indexada por el ISI es valorado de manera muy positiva en las políticas de evaluación científica.

Figura 7. Informes científicos y tecnológicos clasificados por áreas de estudio

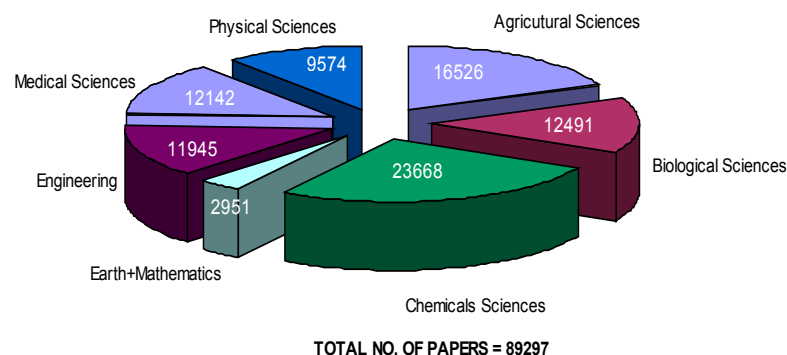


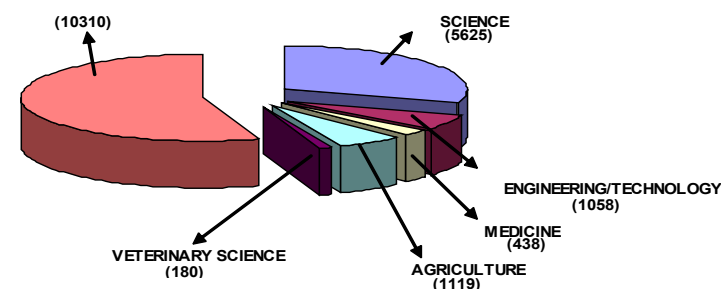
Tabla 6. Informes publicados por India bajo en Índice de Citación Científica (ICC) y su % mundial

Año	Nº de informes	% Mundial
1994	11.319	1,661
1995	11.084	1,566
1996	11.177	1,531
1997	11.067	1,484
1998	12.128	1,574
1999	12.521	1,595
2000	12.127	1,558
2001	13.425	1,646
2002	14.028	1,788
2003	15.699	1,769
2004	16.001	1,993

7.2 Doctores en áreas científicas y tecnológicas

La India cuenta con unas 300 universidades y 17.000 escuelas de postgrado que generan unos 11,6 millones de estudiantes graduados cada año, de los que unos 18.730 son doctores. El porcentaje de doctores en la rama de ciencias es de casi el 45% del total. La distribución de doctores producidos por las distintas ramas de estudio se muestra a continuación en detalle.

Figura 8. Clasificación de los doctores en India por facultades



TOTAL = 18730 : SCIENCE FACULTY = 8420 : ARTS FACULTY = 10310

7.3 Patentes

La siguiente tabla se basa en los datos de las últimas estadísticas de I+D, publicados por el Departamento de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la India, y muestra la tendencia de las patentes concedidas por el Controlador General de Patentes de la India tanto para ciudadanos indios como para extranjeros hasta el año 2006.

En los últimos años las solicitudes de patentes han aumentado espectacularmente. El número de solicitudes presentadas en 2006 fueron 29.000. A su vez, el número de patentes concedidas también ha aumentado. En 2006 se concedieron alrededor de 7.500 patentes, y en 2007 la cifra aumentó a 15.000. Sin duda, el número de patentes ha crecido, pero tal y como puede verse, la mayoría de las patentes son de propiedad extranjera. La proporción de patentes concedidas a indios y a extranjeros sigue siendo de 1:3.

Figura 9. Evolución de las patentes solicitadas y concedidas en India (2000-2007)

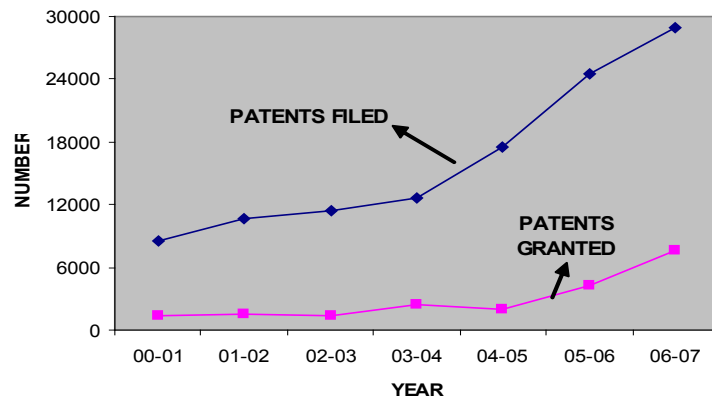
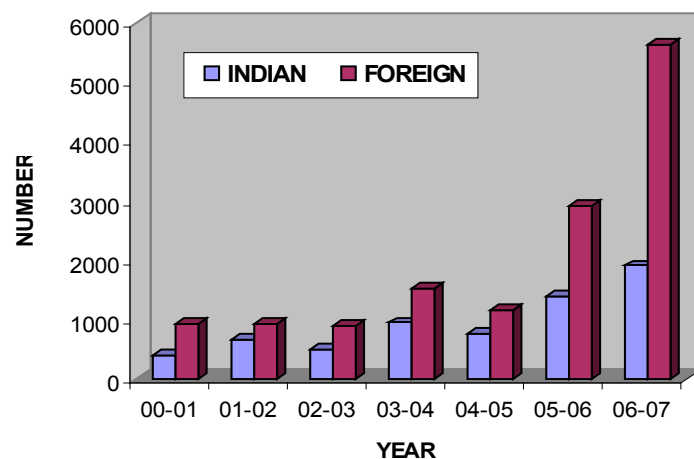


Figura 10. Relación de las patentes concedidas en India a nacionales y a extranjeros



8. Acuerdos internacionales de cooperación científica y tecnológica

El Departamento de Ciencia y Tecnología es el departamento encargado dentro del Gobierno de la India para la firma de acuerdos marco para la investigación científica y tecnológica en colaboración con otros países. Estas colaboraciones ayudan al país a mantener relaciones bilaterales y multilaterales con el fin de compartir información y conseguir los objetivos planeados a un coste óptimo. Se han firmado acuerdos de colaboración con más de 60 países, entre ellos Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Alemania, Brasil, Sudáfrica, Nepal, España, etc. Además de los acuerdos marco para la cooperación científica y tecnológica, también se han establecido alianzas a través de otros mecanismos, tales como los Centros Asociados en la India y en el extranjero, los Programas de Investigación entre instituciones de investigación indias y extranjeras de renombre internacional, la participación en proyectos internacionales de investigación, etc. Los países/organizaciones que cuentan con acuerdos bilaterales, programas regionales y programas multilaterales se detallan a continuación:

- **Programas bilaterales:** Argentina; Armenia; Bangladesh; Bielorrusia; Brasil; Bulgaria; Canadá; China; Cuba; Egipto; Unión Europea; Francia; Alemania; Hungría; Indonesia; Irán; Israel; Italia; Japón; Corea (RPD); Kazajstán; Malasia; Mauricio; México; Myanmar; Nepal; Filipinas; Polonia; Portugal; República de Corea; Rusia; Singapur; Sudáfrica; Sri Lanka; Sudán; Suiza; Siria; Taiwán; Tailandia; Túnez; Ucrania; Reino Unido; Estados Unidos; Uzbekistán; y Vietnam.
- **Programas regionales:** Asociación Sudasiática para la Cooperación Regional (ASACR); BIMSTEC (Iniciativa de la Bahía de Bengala para la Cooperación Técnica y Económica Multisectorial).
- **Programas multilaterales:** STEPAN; UNESCO; TWAS; Centro Científico y Tecnológico NAM, e IBSA.

8.1 Centros asociados

Se han establecido centros asociados en varios campos científicos y tecnológicos en la India y en el extranjero dependiendo de los puntos fuertes de los países. El objetivo básico es facilitar una interacción/colaboración

en los campos de interés mutuos entre las instituciones de la India y las extranjeras. Estos centros son supervisados por los Comités Consultivos Asociados, que están formados por expertos de ambos países implicados. Los centros Asociados establecidos hasta la fecha son los siguientes:

- Centro Indo-francés de Síntesis Orgánica (IFCOS, por sus siglas en inglés)
- Laboratorio Indo-francés de Química en Estado Sólido (IFLSSC, por sus siglas en inglés) Bangalore
- Centro Indo-ruso de Investigación Ayurvédica, Moscú
- Centro Indo-ruso de Hidratos de Gases
- Centro Indo-ruso de Investigación sobre Terremotos

8.2 Proyectos de colaboración en áreas específicas

El desarrollo de programas de investigación conjuntos entre instituciones de la India e instituciones situadas fuera del país es otro modo de avanzar en el ámbito científico y tecnológico. Estos programas generalmente se llevan a cabo a través del intercambio de los científicos implicados en el proyecto. Las alianzas a nivel internacional pueden establecerse también a través de la formación de científicos y tecnólogos en instituciones de investigación punteras. Algunos programas para el intercambio académico de los investigadores se mencionan a continuación:

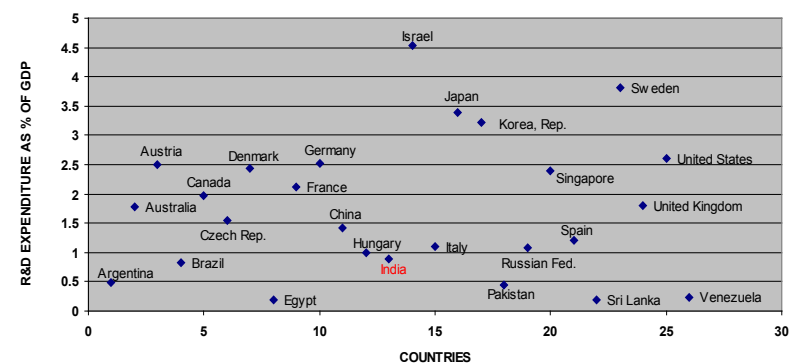
- DST-DAAD (Servicio Alemán de Intercambio Académico) Programa de Intercambio de Personal Investigador
- Participación de estudiantes en la Reunión Anual de los Premios Nobel
- Becas para participar en el Programa ICTP (International Centre for Theoretical Physics)
- Beca de doctorado en Japón

9. Epílogo

Una simple lectura del artículo revela claramente que el Gobierno de la India ha estado planeando y revisando varias políticas que tienen un nexo común en la ciencia y la tecnología y una estrecha interdependencia en el tiempo. Los recursos económicos y humanos han ido en aumento año tras año, sin embargo, comparativamente a nivel internacional, el país aún se encuentra

a amplia distancia de las inversiones de otros países líderes en el ámbito científico y tecnológico. La India invierte actualmente el 0'89% del PNB en I+D en comparación con el 2-3% de las naciones desarrolladas. El nivel actual de inversión en I+D (0'89%) es más bajo incluso que la media mundial que se sitúa alrededor de un 1'7%.

Figura 11. Porcentaje del Producto Nacional Bruto (PNB) invertido en I+D por países (2004-2007)



El número de investigadores por cada millón de habitantes es de tan sólo 110, en comparación con los casi 4.500 de EEUU, los 2.600 de Reino Unido y los 5.000 de Japón. El número de informes de investigación publicados y de solicitudes de patentes es muy bajo en comparación con los países desarrollados. Este estatus ciertamente no es el reflejo de la calidad de las políticas de I+D en sí. El rendimiento científico y tecnológico de la nación depende de la respuesta a las políticas de I+D de los múltiples agentes involucrados, es decir, las instituciones, las universidades y las empresas privadas. Para este fin el Gobierno de la India se compromete a aumentar las inversiones en I+D hasta un 2% del PNB. Con el actual 11º Plan, el Gobierno ha incrementado los recursos económicos para los principales departamentos científicos y se han facilitado todo tipo de incentivos fiscales a las empresas para animarlas a emprender acciones de I+D. Cómo responderán la industria y las instituciones a la agenda nacional de investigación aún está por ver.

10. Referencias

1. Departamento de Ciencia y Tecnología, Estadísticas de Investigación y Desarrollo, 2004-05
2. Departamento de Ciencia y Tecnología, Libro de Datos de Ciencia y Tecnología, 2000
3. Documento de la Comisión de Planificación 1^{er} Plan Quinquenal
4. Documento de la Comisión de Planificación 2^o Plan Quinquenal
5. Documento de la Comisión de Planificación 3^{er} Plan Quinquenal
6. Documento de la Comisión de Planificación 4^o Plan Quinquenal
7. Documento de la Comisión de Planificación 5^o Plan Quinquenal
8. Documento de la Comisión de Planificación 6^o Plan Quinquenal
9. Documento de la Comisión de Planificación 7^o Plan Quinquenal
10. Documento de la Comisión de Planificación 8^o Plan Quinquenal
11. Documento de la Comisión de Planificación 9^o Plan Quinquenal
12. Documento de la Comisión de Planificación 10^o Plan Quinquenal
13. Documento de la Comisión de Planificación 11^o Plan Quinquenal
14. Informe Anual, Departamento de Ciencia y Tecnología, 2006-07
15. Informe Anual, Departamento de Ciencia y Tecnología, 2007-08
16. Resolución de Política Industrial, 1948
17. Política Industrial, Gobierno de la India, 1991
18. Declaración de Política Tecnológica, Gobierno de la India, 1983
19. Política Tecnológica, Gobierno de la India, 2003
20. Ley India de Patentes (*Indian Patent Act*), 1970
21. Ley del Consejo del Desarrollo Tecnológico (*Technology Development Board Act*), 1995
22. Estadísticas de I+D, 2007-08
23. Informe Anual, Departamento de Ciencia y Tecnología, 2007-08

■ Políticas de I+D y su repercusión social en China

Zeng Guoping.
Profesor y director del Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad de Tsinghua (Pekín)

El 9 de febrero de 2006 el Consejo de Estado de la República Popular China publicó el “Plan Nacional de desarrollo científico y tecnológico a medio y largo plazo (2006-2020)” (al que en adelante nos referiremos como “Plan”), en el que se señalaban los objetivos para el desarrollo científico y tecnológico de China en los próximos 15 años. Estos objetivos son: fortalecer la capacidad de innovación del país, consolidar la ciencia y la tecnología como agentes para la salvaguarda de la seguridad nacional y como motores del desarrollo socio-económico, sentar las bases para la construcción de una sociedad moderna y acomodada, impulsar a escala global tanto la ciencia básica como la tecnología de vanguardia, obtener una serie de logros científico-tecnológicos de gran repercusión a escala mundial y, por último, preparar el camino para alzarse como potencia científico-tecnológica a escala mundial a mediados de este siglo. Para que estos objetivos se logren en el año 2020, es necesario que la aportación presupuestaria en I+D aumente hasta situarse en el 2,5% del PIB, y que el sector científico y tecnológico represente una tasa de contribución a la economía superior al 60%.

La comunidad internacional expresó un gran interés por el Plan científico y tecnológico presentado por China. Un ejemplo de ello es el informe publicado en enero de 2007 por el prestigioso *think tank* británico Demos, que llevaba por título “China: The next science superpower?”¹. Este informe comentaba las políticas de fomento en innovación promulgadas por la Convención Nacional para la Ciencia y la Tecnología en el año 2006 y analizaba las condiciones que han favorecido el desarrollo científico y tecnológico en China. Entre ellas cabe destacar la extraordinaria capacidad gubernamental para la movilización de recursos, contar con el equipo de investigación científica más numeroso del mundo, la abundante producción de tesis científicas y la exitosa estrategia oficial a la hora de recuperar científicos expatriados altamente cualificados. “La generosidad y la perseverancia que caracterizan sus inversiones en innovación”, posibilitarán que China “no deje de cosechar éxitos relevantes en el campo de la ciencia de vanguardia durante los próximos quince años.”

1 James Wilsdon y James Keeley. “China: The next science superpower?” Demos, 2007

Así pues, ¿cuál es el origen y el motivo de la apuesta de China en el campo de la I+D?, ¿qué efectos producirán sus políticas científicas y tecnológicas en el desarrollo de China y del mundo entero?, y ¿podrá el actual sistema científico-técnico chino garantizar la exitosa consecución/implementación de los objetivos que se han planteado?

1. Antecedentes: perspectivas del desarrollo de China en el marco global

La modernización implica un proceso de vinculación de países, que suele estar caracterizado por altibajos. En 1951, por ejemplo, el PIB *per cápita* de Japón sólo suponía el 21,01% del de los Estados Unidos. Pero en 1991, cuarenta años más tarde, el PIB *per cápita* del país oriental era el 84,71% del producto interior bruto norteamericano (salvo excepciones explícitas, los valores de PIB y PIB *per cápita* se calculan en base al poder adquisitivo). Así pues, en un breve periodo de tiempo Japón acabó convirtiéndose en la segunda potencia económica mundial. Por otro lado, finalizada la Segunda Guerra Mundial, y en especial durante el período que se inició en la década de los setenta y se prolongó hasta el año 1997, antes de la crisis financiera asiática, Corea del Sur, Singapur, Hong Kong y Taiwán también utilizaron el desarrollo tecnológico para despegar económicamente, pasando a ser conocidos como “los cuatro tigres asiáticos”.

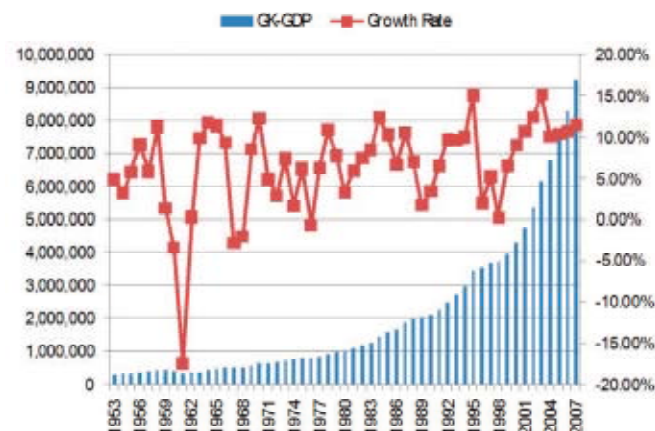
■ Tabla 1. Índice de crecimiento anual del PIB y del PIB *per cápita* en millones de dólares estadounidenses de 1990 (convertidos según valor PPA a Geary Khamis)

	GK-PIB			GK-PIB per cápita		
	1953-1972	1973-1997	1998-2006	1953-1972	1973-1997	1998-2006
Alemania	5.54%	2.44%	1.41%	4.52%	1.23%	1.34%
Reino Unido	2.85%	1.99%	2.73%	2.29%	1.80%	2.39%
Canadá	4.72%	2.79%	3.28%	2.63%	1.54%	2.28%
EE.UU.	3.63%	2.95%	2.81%	2.17%	1.87%	1.82%

Australia	4.85%	3.25%	3.10%	2.68%	1.85%	2.12%
China	4.09%	6.95%	10.61%	1.96%	5.48%	9.86%
Hong Kong	8.64%	6.75%	5.27%	5.22%	4.84%	4.50%
India	3.43%	4.94%	6.94%	1.26%	2.77%	5.39%
Japón	9.18%	3.14%	1.42%	8.03%	2.51%	1.29%
Singapur	7.93%	7.67%	5.61%	4.62%	5.23%	3.77%
Corea del Sur	7.05%	7.99%	5.70%	4.46%	6.63%	5.08%
Taiwán	9.58%	7.00%	3.94%	6.49%	5.53%	3.24%
Brasil	6.71%	3.50%	2.81%	3.67%	1.42%	1.63%

Fuente: *The Conference Board and Groningen Growth and Development Centre Total Economy Database, January 2008* (www.conference-board.org)

■ Gráfico 1. PIB y su índice de crecimiento en China en millones de dólares estadounidenses de 1990 (convertidos a Geary Khamis según valor PPA)



Fuente: *The Conference Board and Groningen Growth and Development Centre Total Economy Database, January 2008* (www.conference-board.org)

Comparativamente China representa un claro ejemplo de país de desarrollo industrial tardío. Mientras que el año 1750 supuso el punto de partida de la industrialización para algunos países de Europa y Estados Unidos, el inicio de la industrialización en China se demoró al menos entre cien y doscientos años². En 1950, el PIB per cápita de China era 21,34 veces inferior al de los estadounidenses, es más, el PIB per cápita de Europa y los Estados Unidos de 1820 era incluso superior al de China en los años 50.

La situación cambió en el año 1978 con el inicio de las reformas económicas y la apertura al exterior. La apertura parcial de la economía al sistema de libre mercado y el incipiente desarrollo científico y tecnológico favorecieron que la economía entrase en una fase de rápido desarrollo que ha permitido un extraordinario acercamiento entre el PIB de China y el de los países desarrollados.

El informe *"Mapping the Global Future"*, publicado en diciembre de 2004 por el *National Intelligence Council* de los EE.UU., pronosticaba que para el año 2020, China sería la segunda potencia económica, sólo por debajo de los Estados Unidos.³

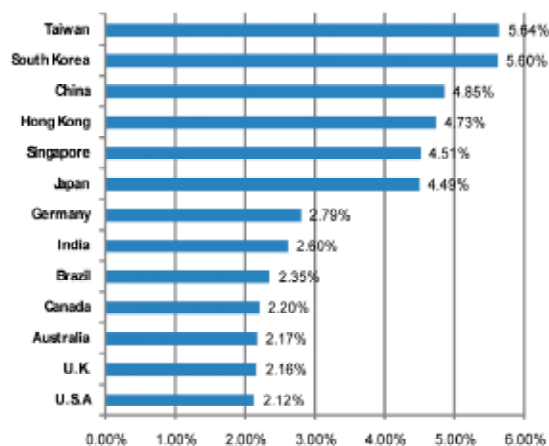
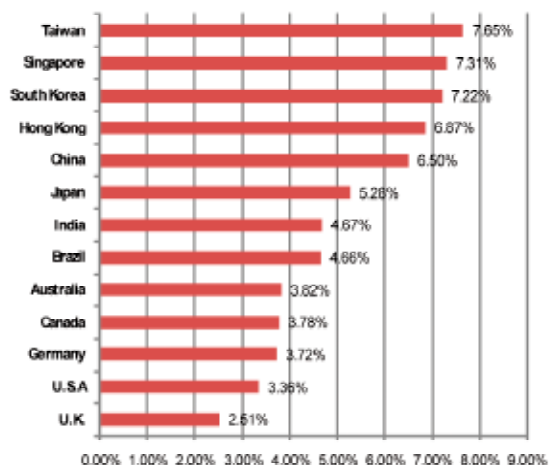
Junto con el rápido desarrollo del volumen global de la economía, la estructura económica china también experimentó un cambio radical. En materia de empleo, por ejemplo, China precisó sólo diecisiete años (1978-1995) para que su población activa destinada a la agricultura descendiese del 70% al 50%⁴; hecho que, en consecuencia, propició el rápido desarrollo de la industrialización. Para hacer realidad este mismo cambio Japón necesitó ochenta años (1870-1950), Estados Unidos cincuenta (1820-1870) y la antigua Unión Soviética-Rusia treinta y tres años (1917-1950).

2 Angang Hu. *"Knowledge and Development: The New Catch-Up Strategy for China"*. *Management World*, 1999 (6): 7-23.

3 *National Intelligence Council*. *"Mapping the Global Future: Report of the National Intelligence Council's 2020 Project Based on consultations with nongovernmental experts around the world."* <http://www.foia.cia.gov/2020/2020.pdf>

4 Angang Hu. *"Knowledge and Development: The New Catch-Up Strategy for China"*. *Management World*, 1999 (6): 7-23.

Gráfico 2. Índices de crecimiento anual del PIB y del PIB per cápita (1950-2006) en millones de dólares estadounidenses de 1990 (convertidos a Geary Khamis según valor PPA)



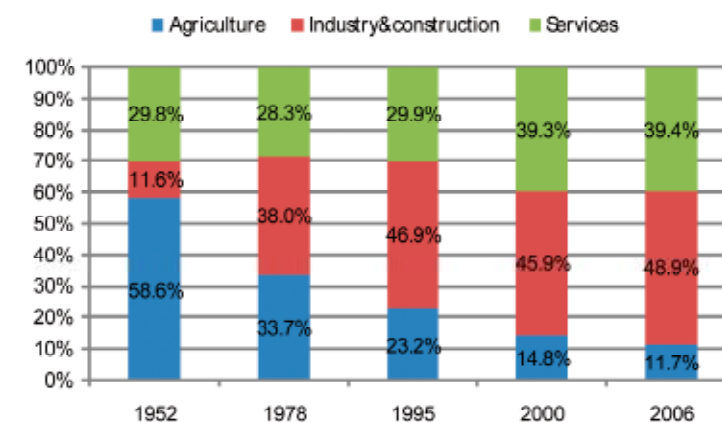
Fuente: Ibíd.

Tabla 2. Evolución porcentual del sector agrícola en la economía de varios países (1820-1992)

	1820	1870	1913	1950	1992
EE.UU.	70.0	50.0	27.5	12.9	2.8
Francia	NA	49.2	41.1	28.3	5.1
Alemania	NA	49.5	34.6	22.2	3.1
Países Bajos	NA	37.0	26.5	13.9	3.9
Reino Unido	37.6	22.7	11.7	5.1	2.2
Japón	NA	70.1	60.1	48.3	6.4
China	NA	NA	NA	77.0	58.6
Rusia	NA	NA	70.0	46.0	17.0

Fuente: Angus Maddison. "Monitoring the World Economy 1820~1992", 1995.

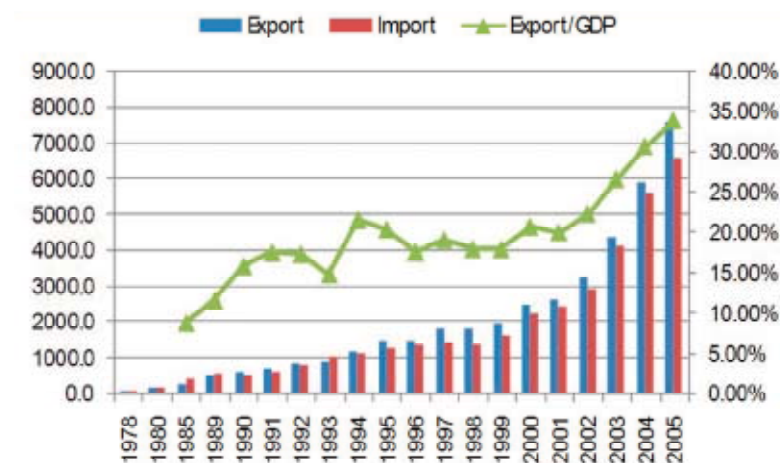
Gráfico 3. Estructura del PIB en la economía china



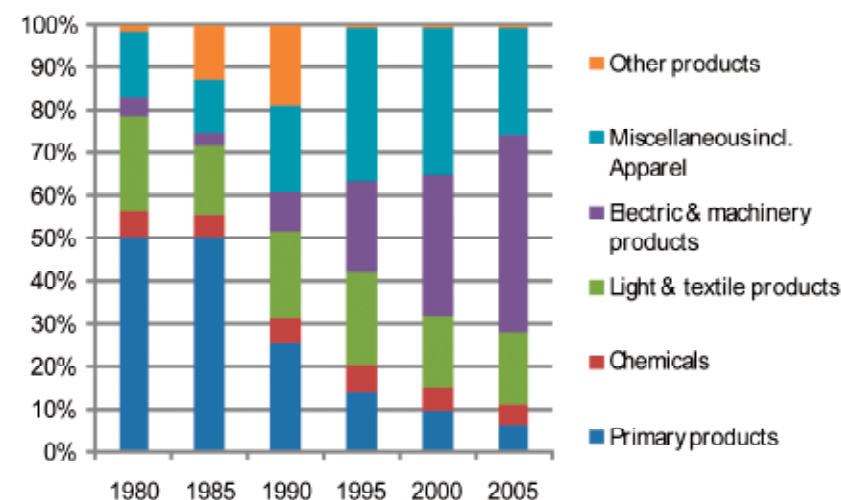
Fuente: Angus Maddison. "Chinese Economic Performance in the Long Run", OECD París 1998 (antes de 2000); y China S&T Statics (2006) (www.sts.org.cn)

El rápido crecimiento económico y la optimización de la estructura industrial se complementaron mutuamente, y fue muy importante el traspaso de la mano de obra del sector agrícola al sector industrial. Cuando se proclamó la República Popular de China (1949), aproximadamente el 60% del PIB provenía del sector agrícola (sector primario); mientras que en la etapa inicial de la reforma y la apertura al exterior, este porcentaje ya se había situado por debajo del 40%. Iniciada la década de los noventa, dicho porcentaje se derrumbó hasta situarse, en el año 2006, cerca del 10%. Durante este proceso, el porcentaje del sector industrial sobre el PIB también sufrió importantes cambios a la inversa, pasando del 10% de inicios de la República, hasta un 40% durante la primera etapa del período de reforma y apertura al exterior, hasta alcanzar, en el año 2006, un valor que rozaba el 50%. De forma simultánea, el porcentaje del sector terciario sobre el PIB pasó del 30%, a finales de los noventa, hasta el 40% en el año 2006.

Gráfico 4. Estructura comercial de la economía china



Fuente: China Statistical Yearbook (2006) (www.stats.gov.cn)



Fuente: China Statistical Yearbook (2006) (www.stats.gov.cn)

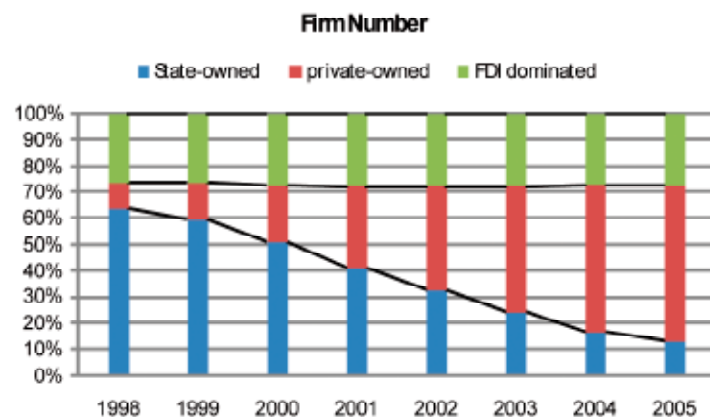
El impulso de las políticas de reforma se adaptó a la demanda del desarrollo económico mundial y el grado de fusión de China en la economía global no dejó de aumentar, a la vez que las importaciones y exportaciones del país crecían con rapidez y continuidad. En 2005, el total de las importaciones y exportaciones de China alcanzó los 1,4 billones de dólares estadounidenses, lo que la situaba en la tercera posición mundial, por delante de Japón. El índice de exportación de mercancías entre 1985 y 2005 se septuplicó, y el índice de crecimiento anual superó el 10%. El comercio internacional se convirtió de forma paulatina en un ingrediente esencial para el crecimiento económico de China, ya que, entre 1985 y 2005, el porcentaje que la exportación suponía para el PIB se incrementó de un escaso 10% a un sólido 30%. Cabe destacar los cambios a los que se vio sometida la estructura de exportaciones del país a raíz de la eclosión en el marco global de la industria de la electrónica y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). El más notable de estos cambios fue el creciente porcentaje de exportación de electrónica y maquinaria dentro del coeficiente total de las exportaciones. En especial, en el breve

periodo comprendido entre la década de los noventa del siglo pasado y los primeros años del siglo XXI, el coeficiente de producción electrónica y de maquinaria se cuadruplicó. En 2005, la cuota de exportación de productos electrónicos y de maquinaria alcanzó los 420.000 millones de dólares estadounidenses, lo que supuso un tercio del grueso total de las exportaciones del país.

La diferencia con otros casos de modernización en Asia Oriental radica en que, mientras el comercio internacional de China aumentaba, la magnitud de su mercado interior atraía inversiones exteriores, principalmente provenientes de las “redes de la diáspora”¹. En un período de sólo ocho años (1998-2005), el valor global de su producción industrial creció del 30% a casi un 40%.

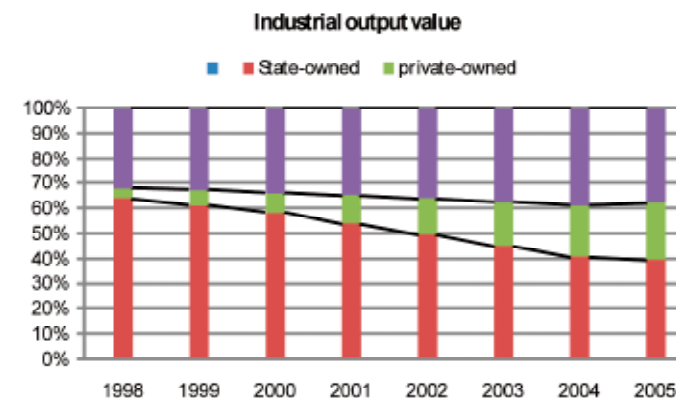
■ Gráfico 5. Estructura de la economía China desde 1998 hasta 2005

Clasificación de las empresas por accionariado: estatales, privadas y controladas por IED

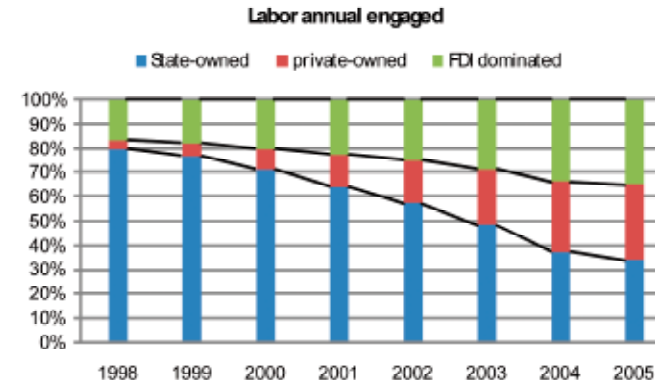


¹ Las “redes de la diáspora” fueron en gran medida responsables de la consolidación de la rápida acumulación de capital resultante de la inversión extranjera. Véase Yevgeny Kuznetsov (eds.) *“Diaspora Networks and the International Migration of Skills: How Countries Can Draw on Their Talent Abroad”*. World Bank Publications, 2006.

Rendimiento de las empresas estatales, privadas y las controladas por IED



Contratación laboral en las empresas estatales, privadas y en las controladas por IED



Nota: Las empresas estatales comprenden las de titularidad estatal y las de control estatal, mientras que las controladas por la inversión extranjera directa (IED, o FDI por sus siglas en inglés) incluye la IED de Hong Kong y Taiwán.

Fuente: Ibíd.

El último estudio de dos investigadores de la *Brookings Institution*, Barry Bosworth y Susan Collins, revelaba que, dentro del crecimiento de la economía china durante el período posterior a 1993, la industria manufacturera fue el principal promotor del incremento de la productividad total de los factores (PTF, o TFP por sus siglas en inglés), así como el sector que más Inversión Extranjera Directa absorbió en China².

Durante el comúnmente denominado “milagro asiático” de 1994, el profesor del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Paul R.Krugman, en base a los cálculos de Laurence Lau y Alwyn Young sobre el origen del crecimiento de los países de Asia Oriental entre los años cincuenta y los años ochenta del siglo XX, señaló que el crecimiento de la economía asiática era atribuible al incremento de las inversiones clave para la producción, como la mano de obra y el capital, y no a un aumento del índice de producción derivado del progreso técnico³. El crecimiento de la economía asiática provino principalmente del “sudor” (en referencia a la elevada acumulación de capital) y no de la “inspiración” (en referencia al progreso técnico). Laurence Lau descubrió que el rápido crecimiento de la economía china entre 1965 y 1995 se debió en gran medida al vertiginoso aumento de las inversiones de capital, siendo la aportación por parte del progreso tecnológico casi anecdótica⁴. Comparativamente, la tasa de aportación de la tecnología a la economía en los países del G-5 no asiáticos de entonces era de 57,49%⁵. Al subdividir en tres periodos la etapa comprendida entre 1973 y 1985, se puede advertir con claridad que el proceso de desarrollo de Japón y los “cuatro tigres asiáticos” fue un proceso gradual en el que el progreso tecnológico suplantó a la intensificación del capital. Lo interesante es que la situación de los “cuatro tigres asiáticos” durante el período anterior a 1985 guarda un tremendo parecido con China por las elevadas aportaciones de capital y las escasa contribución tecnológica. No obstante, ya en el periodo posterior a 1986, estos países se adentraron con gran velocidad en el progreso tecnológico (el índice de aportación se elevó hasta el 30% - 50%).

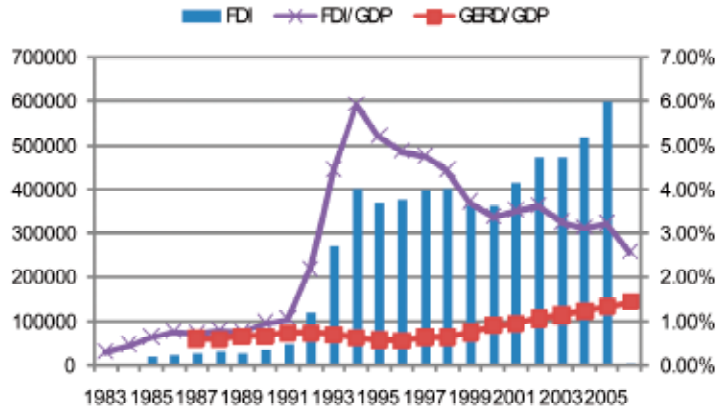
2 Barry Bosworth, Susan M. Collins. “Accounting for growth: Comparing China and India”. *Nber Working Paper Series*, <http://www.nber.org/papers/w12943>.
3 Krugman, Paul R. “The Myth of Asia’s Miracle”. *Foreign Affairs*, 73(12) 1994: 62-78.
4 Lawrence J. Lau y Jungsoo Park. “The Sources of East Asian Economic Growth Revisited”. Working paper, www.stanford.edu/~ljlau/RecentWork/RecentWork/030921.pdf.
5 Entre 1974 y 1985, en el periodo durante el cual el fomento del trabajo en los países del G5 no asiático se vio sometido a severas limitaciones, la tasa de aportación al crecimiento económico por parte la tecnología alcanzó un inesperado 75.73%.

■ Tabla 3. Informe de las contribuciones de las fuentes de crecimiento (subdivisión en 3 periodos)

Etapas	Capital tangible	Trabajo	Capital humano	Progreso técnico
65-95	83.87 (11.63)	11.92 (2.55)	4.21 (5.99)	0.00
65-73	85.29 (13.51)	10.36 (3.19)	4.35 (7.01)	0.00
74-85	80.46 (9.44)	14.64 (2.53)	4.90 (6.37)	0.00
86-95	86.39 (12.54)	10.34 (1.92)	3.27 (4.54)	0.00

Fuente: Lau, Lawrence J. y Jungsoo Park. “The Sources of East Asian Economic Growth Revisited”. Working paper (www.stanford.edu)
Nota: Las cifras entre paréntesis indican el promedio de las tasas anuales de crecimiento para cada uno de los valores de entrada.

■ Gráfico 6. Inversión Extranjera Directa en China



Fuente: *China S&T Statics* (2006) (www.sts.org.cn) y *China Statistical Yearbook* (2006) (www.stats.gov.cn)
Nota: Los datos referentes al PIB con fecha anterior al 1987 fueron facilitados por el

China Statistical Yearbook (2006), mientras que los de fecha posterior a 1987 fueron encontrados en *China S&T Statics* (2006)

En la actualidad China cuenta con dos principales riesgos que amenazan su crecimiento económico. En primer lugar, la estructura económica misma en la que se asienta la economía China. El estudio de Bosworth y Collins indica que alrededor de 1993 China pasó de una dependencia de mano de obra a una dependencia de capital. El mayor foco de atracción de la Inversión Extranjera Directa (IED) es el sector secundario, no obstante, el porcentaje general que la IED en China representa sobre su PIB es solamente de un aproximado 1%. Desde esta perspectiva, es difícil conseguir el cambio estructural de China para dejar de ser “la fábrica del mundo”.

La productividad per cápita de la mano de obra asalariada en China se ha ido incrementando de forma acelerada en los últimos cincuenta años. Sin embargo, todavía se halla muy atrasada respecto al nivel de los países desarrollados, situándose incluso por debajo de la de Brasil, y sólo supera por muy poco a una India igualmente populosa. Un hecho incuestionable es que China todavía no ha efectuado la transformación necesaria para adaptarse al desarrollo de los tiempos.

La dependencia del capital extranjero, unido a la fuerte apuesta por el sector manufacturero, genera inestabilidad en la estructura económica del país. Últimamente se viene observando, especialmente en la provincia de Cantón, y en otras zonas de la costa china, que el aumento de los costes de la mano de obra ha propiciado el traslado o cierre de las empresas⁶. Un número

6 Según un informe, una de las consecuencias del aumento de los costes de mano de obra es que, de las más de 1000 fábricas de calzado asentadas originalmente en Dongguan, también conocida como la “capital mundial del calzado”, más de 200 ya han cerrado, y más de la mitad se han trasladado a provincias del interior o han invertido en la construcción de nuevas fábricas en el extranjero. Por otro lado, de entre las 5000-6000 fábricas de calzado situadas en todo el territorio de Cantón, más de mil ya han quebrado.

Véase Weiguo Li, “More than 500 Taiwan enterprises evacuate Dongguan. The industry’s transformation promotes acceleration”. *Southern Metropolis Daily*. 2008-01-21. Véase también, Yong Lu. “More than 200 shoe factories in Dongguan already closed”. *Guangzhou Daily*, 2007-12-18.

significativo de multinacionales han trasladado su industria manufacturera a países y regiones que ofrecen bajos costes como Vietnam y Filipinas.

Todo esto ha corroborado que sólo el desarrollo del sector terciario, en particular del sector servicios, posee una verdadera cualidad de “arraigo”; mientras que, comparativamente, el sector secundario dependiente de la IED es más propenso a ser sometido a procesos de deslocalización a gran escala. A resultas de ello, podemos decir que en caso de no ser suficientes las empresas que mantengan sus centrales en el terreno o que realicen mejoras industriales, existe una gran probabilidad de sumergirse en el infortunio de la desocupación industrial.

En segundo lugar, existe una fuerte dependencia de los recursos mercantilistas exteriores en detrimento del desarrollo de la industria local. La experiencia de Japón y los “cuatro tigres asiáticos” muestra que durante el período inicial de desarrollo de estos países, los gobiernos adoptaron medidas para restringir la entrada de empresas extranjeras que pretendían asentarse en el mercado local⁷. Sin embargo, como consecuencia de la promulgación de consignas como “fortalecer la inversión mixta” o “ganar divisas con la exportación”, China “abandonó” el mercado local durante un espacio de tiempo muy prolongado y se centró en el “exterior”. En la década de los ochenta del siglo pasado, desde la telefonía en las zonas rurales hasta la red de telefonía nacional, elemento clave para el país, empleaban sin excepción equipos tecnológicos importados del extranjero. Tras más de diez años de experiencia, Huawei, Zhongxing y otras empresas locales consiguieron finalmente abrirse paso dentro del mercado⁸. En conjunto, la proporción del capital total de los “tres

7 Véase Linsu Kim. “*Imitation to Innovation: The dynamics of Korea’s Technological Learning*”. Beijing: Xinhua Press, 1998. Véase también Feng Lu. “*Towards independent innovation: China’s seek for a source of strenght*”. Guilin: Guangxi Normal University Press, 2007. etc.

8 En torno al año 1995, las firmas nacionales Huawei y Zhongxing, entre otras, entraron en el mercado nacional de la telefonía móvil. En la actualidad, es un hecho que se hallan en mejor posición que Datang, Putian y demás empresas de participación estatal. Por lo que respecta al mercado GSM de China, las implantaciones más significativas son las de Ericsson, Motorola y Nokia. De entre estas últimas, Ericsson se posiciona en primer lugar, con cerca de un 30% de cuota de mercado, lo que la convierte en líder absoluto de la red GSM de China Mobile, y también primer grupo en las redes de China Unicom. Motorola y Nokia le siguen con más de un 16% del mercado, lo que agranda claramente las distancias

tipos de empresas de capital extranjero” en China en 2005 era de 1:3, pero los beneficios totales, sin embargo, rozaban el 40%. En cambio, en muchos otros sectores, el porcentaje de la totalidad de capital y beneficios de este tipo de empresas superaba el 50%, lo que las situaba en una posición de dominio absoluto, mientras que en la pequeña y mediana empresa, que engloba el 80% de las empresas del país, dicho porcentaje no superaba el 20%.

■ Tabla 4. Número porcentual de empresas controladas por la IED en diferentes sectores

	Número de empresas	Beneficios totales	Suma del capital	Empleo anual
Total	27.15%	37.78%	30.30%	34.75%
Minería de carbón	0.82%	1.27%	1.23%	0.28%
Minería de petróleo y gasolina	5.69%	7.94%	2.78%	0.25%
Minería de metales negros	1.64%	2.85%	1.90%	1.52%
Minería de metales no ferrosos	3.81%	6.08%	12.78%	4.60%
Minería no metálica	8.48%	12.02%	10.24%	6.35%
Otros tipos de minería	36.36%	57.86%	65.16%	44.00%
Proceso agrícola	19.12%	40.43%	41.77%	33.98%
Producción de alimentos	30.84%	51.16%	48.97%	39.00%
Producción de bebidas	21.78%	44.65%	39.05%	30.23%
Producción de tabaco	3.73%	0.24%	0.48%	2.16%
Textil	26.65%	34.95%	38.39%	33.74%
Ropa, calzado y sombreros	48.92%	57.89%	60.96%	60.39%
Cuero, pieles y plumas	46.84%	65.04%	70.53%	72.78%
Industria maderera	20.01%	27.87%	34.26%	24.85%

con el resto. Las firmas con base en Shanghai tales como Alcatel-Lucent, Siemens o Nortel se sitúan en segunda línea, con una participación que oscila entre el 5% y el 10%. Véase Jing Liu, Yuqing Ji, Shadong Lian. “*Communications industry, China’s 3G territory*”. China Electronics News, 2006-05-17.

Mobiliario	39.23%	60.13%	63.98%	61.16%
Fabricación de papel	22.67%	46.63%	53.49%	34.05%
Imprenta	18.19%	41.54%	39.70%	35.09%
Industria de la cultura y la educación	52.93%	67.99%	70.22%	75.57%
Refinería de petróleo	11.58%	10.83%	12.63%	9.13%
Química	22.95%	33.60%	31.38%	17.53%
Medicina	28.35%	38.31%	31.52%	27.80%
Fibra	25.75%	35.74%	37.79%	25.36%
Caucho	34.03%	51.85%	55.07%	49.98%
Plástico	35.40%	53.36%	59.84%	55.19%
Producción no metálica	17.47%	27.59%	30.42%	20.92%
Fundición de metales negros	10.20%	16.08%	13.64%	8.57%
Fundición de metales no ferrosos	17.51%	21.10%	19.13%	14.81%
Metales	26.15%	46.02%	47.26%	40.45%
Equipos especiales	20.18%	33.82%	33.03%	24.46%
Equipos generales	25.92%	32.42%	29.59%	24.93%
Equipos de transporte	24.33%	40.05%	33.15%	26.00%
Equipos y aparatos eléctricos	33.70%	55.09%	50.71%	55.52%
Equipos de comunicación, ordenadores y otros	59.97%	83.46%	73.74%	77.50%
Instrumentos y equipos de oficina	42.45%	75.54%	59.20%	61.33%
Artes y oficios	42.64%	49.74%	51.34%	58.51%
Reciclaje	31.25%	44.10%	50.29%	35.11%
Suministro de electricidad y calor	8.70%	10.60%	11.10%	6.02%
Suministro de gas	28.80%	36.36%	22.07%	15.70%
Suministro de agua	2.73%	11.69%	8.22%	2.95%

Fuente: China Statistical Yearbook (2006) (www.stats.gov.cn)

2. La incapacidad del sistema de I+D de China para consolidar el crecimiento económico

En noviembre de 1949, un mes después de la proclamación de la República Popular China, se fundó la *Chinese Academy of Sciences* (o CAS por sus siglas en inglés). En 1956, China pronunció la consigna “en marcha hacia la ciencia” y delineó el primer plan de desarrollo científico y tecnológico denominado “Plan de doce años para el desarrollo científico y tecnológico” (1956-1967), en el que se reafirmó la directriz de “centrarse en el desarrollo científico para la puesta al día”.

En marzo de 1978, se celebró en Pekín la Conferencia Nacional sobre Ciencia, en la que, Deng Xiaoping pronunció un gran discurso en el que reiteró que la ciencia y la tecnología son fuerzas productivas. En el transcurso de dicho acto, también se aprobó el “Plan Nacional de desarrollo científico y tecnológico (1978-1985)”.

Durante la ceremonia de los Premios Nacionales de Ciencia y Tecnología, celebrada en Pekín en 1982, se reconoció la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico nacional y se anunció el principio básico por el que “el crecimiento económico depende de la ciencia y de la tecnología, en la misma medida que la ciencia y la tecnología deben trabajar al servicio del desarrollo económico”.

En enero de 1977 se instauró el Comité Nacional de Ciencia y Tecnología (precursor del Ministerio de Ciencia y Tecnología) y, en octubre de 1979, se constituyó el equipo de coordinación de estudios científicos. A partir de 1983, el Comité Nacional de Ciencia y Tecnología, el Comité Nacional de Planificación, el Comité Nacional de Economía y Comercio, y otros organismos relacionados, iniciaron la tarea de delinear las políticas nacionales en materia tecnológica.

Igualmente, a finales de 1977, se tomó la decisión de recuperar los exámenes de acceso para la enseñanza superior y, poco después, se empezaron a poner en funcionamiento los estudios de postgrado. En 1978, el único destino al que la primera promoción de estudiantes designados por el país podía viajar para proseguir sus estudios era Estados Unidos y, ya en 1981, se consiguió

el permiso para que estudiantes “no becados” pudieran cursar estudios en el extranjero. En conclusión, una serie de cambios en las políticas de ámbito tecnológico y académico estaban reforzando el despegue de la industria tecnológica de China.

A pesar de que se realizaron muchos ajustes en el ámbito científico y tecnológico, la influencia del “sistema soviético” y su inercia fueron dejando al descubierto una serie de deficiencias, como la gestión directa del sistema científico-tecnológico por parte del estado, la unidireccionalidad de las inversiones y la severa dependencia de la distribución de recursos en función de la planificación. Una frase que describía el sistema científico-técnico de China en aquel entonces era la de “desunión e igualitarismo”¹.

A la luz de estos problemas, el Consejo de Estado hizo efectiva en marzo de 1985 la “Resolución del Comité Central del Partido Comunista de China de reforma del sistema científico y tecnológico”, que establecía unos principios básicos que “implicaban una aplicación amplia y dinámica de los logros de ciencia y tecnología en el campo de la producción, el despliegue total de las funciones de su personal, la absoluta emancipación de sus fuerzas productivas y, por último, la promoción del desarrollo científico, tecnológico y social”².

En los veinte años transcurridos entre 1985 y 2005, la reforma del sistema científico-tecnológico pasó por tres etapas: ajuste estructural, expansión profesional y construcción de un sistema nacional para la innovación. Asimismo, el impulso para la integración del desarrollo científico-tecnológico y el desarrollo económico obtuvo éxitos notorios.

¹ “Desunión” señala la desconexión entre el desarrollo económico y el desarrollo científico-técnico. “Igualitarismo” apunta a una situación en la que, en lo referente a la distribución de los recursos científico-técnicos y su gestión, todavía se seguían procedimientos conforme al modelo tradicional de economía planificada.

² Véase “Guide to Science and Technology of China (Vol.1)”, 1986.

■ Tabla 5. Las tres etapas de la reforma del sistema científico-tecnológico en China

Periodo	1985-1992	1992-1998	1998-2005
I+D	■ Mejora del sistema de asignación de fondos; se apremia a las instituciones de investigación científica a diversificar las fuentes de capital ■ Se publica el “Reglamento sobre la promoción de unidades de investigación y diseño científico dentro de las PYMES”	■ Apoyo permanente del Estado para el desarrollo de la investigación ■ Se publica la “Ley sobre el progreso científico-tecnológico de la República Popular China”, que fija el porcentaje de participación y crecimiento gradual del I+D sobre el PIB	■ Avance en la reforma de los organismos de investigación, implementación de proyectos en innovación intelectual, promoción de la sistematización corporativa dentro de las instituciones de innovación e investigación científica ■ Implantación de la reforma para la especialización en la gestión de las instituciones públicas de investigación científica¹
Innovación	■ Se publica la “Ley de patentes” y la “Ley de contratación técnica”, entre otras, para abrir el mercado tecnológico ■ Creación de zonas de desarrollo para empresas de alta tecnología, apoyo al desarrollo de empresas privadas del ámbito científico-tecnológico	■ Emancipación de aquellas instituciones de investigación que tienen un incidencia directa sobre la economía y la sociedad ■ Gran incremento de créditos destinados a ciencia y tecnología ■ Apoyo a la comercialización de los logros científicos y tecnológicos	■ Se aprueba la “Ley sobre la comercialización de los logros científicos y tecnológicos de la República Popular China” ■ Creación del Centro de Tecnologías de Empresa y de una serie de políticas de apoyo a la innovación empresarial²
Formación	■ Cambio del sistema de titulaciones técnicas por un sistema de nombramiento de cargos ■ Implantación de un sistema de asunción de responsabilidades en materia de investigación científica y asociación para la optimización del personal	■ Promoción de la expansión profesional dentro del sector de la economía ■ Se promulga el “Proyecto de los cien profesionales”³	■ Se permite la obtención de beneficios personales derivados de la comercialización de logros científicos y tecnológicos. El personal científico-tecnológico puede poseer un empleo adicional en materia de desarrollo y transformación de logros ■ Se proclaman tres grandes estrategias: “normalización de los profesionales, patentes y tecnología”

Fuente: Xin Fang. “Formation, evolution and reform of China’s scientific and technological system”. *The overview of China’s sustainable development*, Vol. 16. Beijing: Science Press, 2007.

1 En 2001, 98 organizaciones públicas de investigación científica subordinadas al Ministerio de Tierra y Recursos Naturales y a otros cuatro ministerios fueron las precursoras en iniciar la reforma. La segunda promoción la conformaron 107 instituciones de investigación tecnológica subordinadas a diez ministerios, incluido el Ministerio de Agricultura; y la tercera la llevaron a cabo 43 instituciones pertenecientes a seis ministerios, entre los que se incluye el Ministerio de Sanidad. El Plan de reforma dispuso que 89 de estas instituciones de investigación tecnológica recibieran apoyo gubernamental, que 61 de ellas se constituyeran en empresa, y que otras 98 fueran integradas en universidades o en otras unidades profesionales y organismos de mediación. (*China’s Science and Technology Indicators*, 2005)

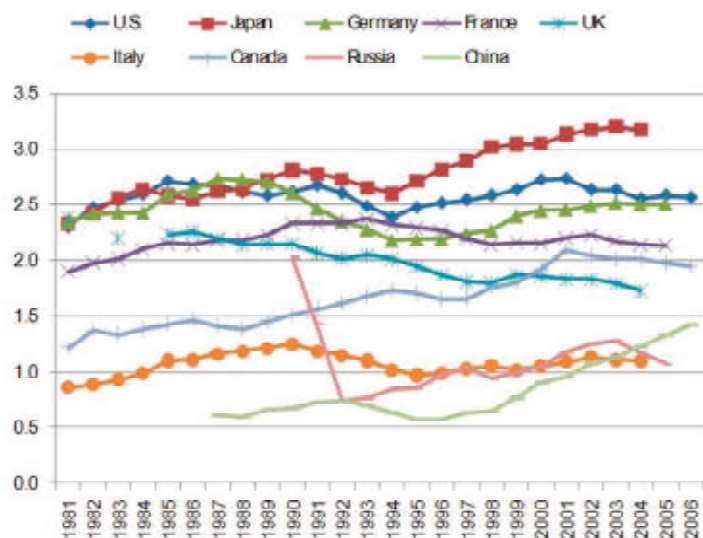
2 La I+D empresarial afectó al coste de inversión, mediante la implantación de medidas como la deducción del 50% del impuesto sobre la renta, la exención de impuestos por la importación de equipos de I+D, subvenciones por la introducción de nuevos productos, etc.

3 Dicho proyecto planeó para finales de siglo la selección de un grupo de académicos y vanguardistas en tecnología de diferentes niveles, además de una reserva de candidatos.

Como resultado de más de veinte años de esfuerzo, la reforma del sistema científico y tecnológico de China obtuvo destacados resultados en la integración de la ciencia, la tecnología y la economía, en el reajuste del modelo de investigación científica y en el fortalecimiento de la investigación científica en sí misma.

A fin de poder explicar los motivos que incapacitan al sistema científico y tecnológico actual para soportar el rápido crecimiento de la economía, debemos profundizar más en nuestro análisis. Para ello es necesario reflexionar en torno a tres indicadores: I+D, innovación (en relación a las patentes industriales) y capacidad tecnológica (en relación a la educación).

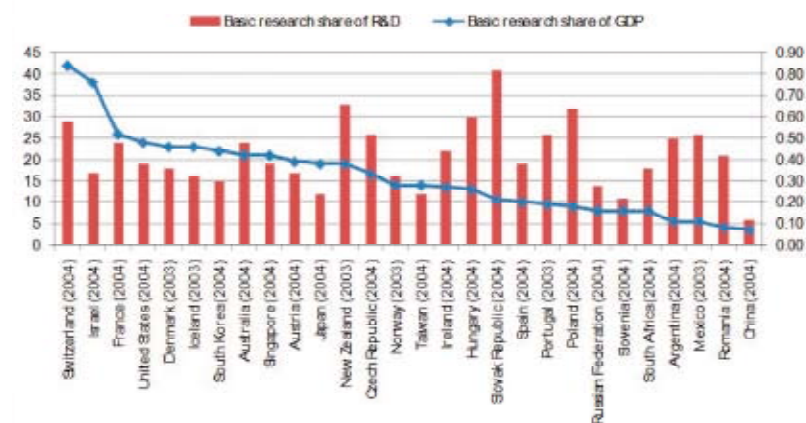
■ Gráfico 7. Porcentaje del PIB destinado a I+D según país/economía (%)



Fuente: *Science and Engineering Indicators 2008*. Los datos relativos a China provienen del *China S&T Statics* (2006) (www.sts.org.cn/)

En primer lugar, por lo que se refiere a la inversión en I+D, China y otros países en proceso de desarrollo, comparten una misma etapa inicial, caracterizada por un porcentaje de I+D sobre el PIB relativamente bajo. En la década de los sesenta del siglo pasado, Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia y pocos más países desarrollados eran los únicos en invertir recursos en el ámbito de I+D, mientras que las inversiones por parte de Japón, Alemania y el resto de países no alcanzaban el 1%. En la década de los noventa, el club de las grandes inversiones en I+D dio la bienvenida a varios nuevos miembros, entre los que se incluían Japón y los “cuatro tigres asiáticos: Corea del Sur, Taiwán, Singapur y Hong Kong”. Por lo que respecta a China, a pesar de que a principios del siglo XXI el porcentaje de inversión en I+D superó por primera vez el 1% del PIB, éste se situaba todavía un 2,5% por debajo del nivel medio de los países desarrollados. Concretamente, el porcentaje destinado a la investigación básica dentro del sector I+D en China casi se situaba a la cola mundial, por debajo incluso de muchos países con bajos índices de crecimiento.

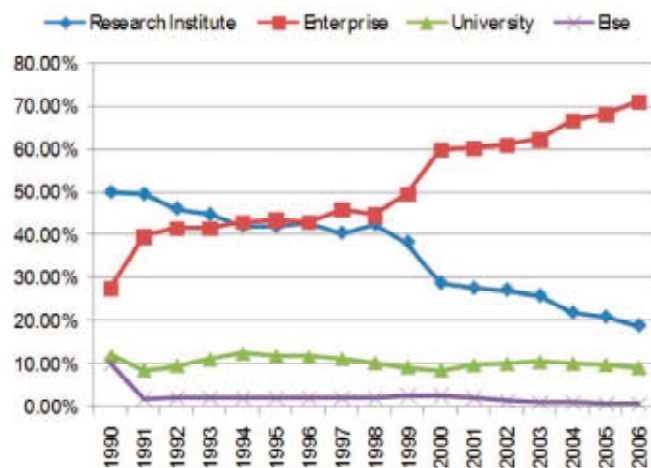
■ Gráfico 8. Relación de la investigación básica con el PIB según país/economía



Fuente: *Science and Engineering Indicators 2008*.

En relación a los departamentos responsables de la implantación de I+D, el nivel medio de participación del sector I+D dentro de la empresa china hacia el año 2006 era similar al nivel medio de Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, tomando como ejemplo el año 2003, de la totalidad de fondos empresariales destinados a I+D, la investigación básica supuso un 1%, y más del 90% fue destinado a la experimentación y el desarrollo (lo que suponía el 80% de la cuota en experimentación y desarrollo de todo el país). Por otro lado, los fondos que las PYMEs destinaron al desarrollo tecnológico sólo representó el 1,52% de los ingresos por ventas³. Estos datos reflejan que el bajo índice de inversión en I+D y la débil apuesta empresarial por la innovación son algunos de los problemas que China precisa solucionar en su camino hacia el desarrollo.

■ Gráfico 9. Inversión en I+D



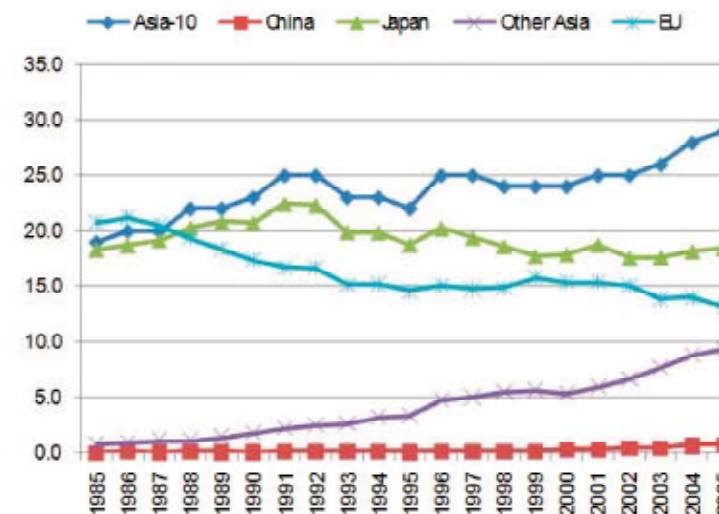
Fuente: China S&T Statics (2006) (www.sts.org.cn)

En segundo lugar, en el tema de las patentes, Estados Unidos siempre ha mantenido una posición de liderazgo indiscutible, así como su Oficina de

3 Véase "China Statistical Yearbook on Science and Technology" (2004)

Patentes y Marcas (USPTO por sus siglas en inglés) que, con un número total superior al 50% de las patentes mundiales, no puede ser desbancada a corto plazo. A finales de la década de los ochenta, diez países asiáticos iniciaron su proceso de desarrollo. Entre ellos, Japón se posicionaba como el país más fuerte. Finalizada la década de los noventa, los "cuatro tigres asiáticos", junto con otros países de Asia Oriental, se convirtieron en los principales generadores de patentes. La solicitud de patentes por parte de China era todavía pequeña. En cualquier caso, es destacable la velocidad con que se incrementaron, hecho que acaparó la atención mundial.

■ Gráfico 10. Porcentaje de solicitudes de patentes ante el USPTO por parte de Asia y la UE



Notas: Asia 10 incluye: China, India, Indonesia, Japón, Malasia, Filipinas, Singapur, Corea del Sur, Taiwán y Tailandia. Hong Kong queda incluida dentro de China.

Fuente: Science and Engineering Indicators 2008.

■ Tabla 6. Evolución porcentual de solicitudes de patentes del USPTO y tasa de incremento de artículos científicos y técnicos en publicaciones revisadas según región/país (%)

	EE.UU.		UE		Asia-10	
	Patentes	Artículos	Patentes	Artículos	Patentes	Artículos
1996	-13.77	-0.10	-4.92	4.11	4.00	9.32
1997	12.68	-1.76	7.97	2.43	7.52	5.04
1998	12.49	0.34	13.83	2.80	11.77	7.22
1999	10.59	-1.26	18.15	1.13	7.81	6.14
2000	9.99	2.52	6.51	2.53	9.54	6.94
2001	7.72	-1.12	10.38	-1.03	17.28	4.16
2002	3.79	-0.05	0.30	0.59	0.95	4.11
2003	2.55	3.07	-5.75	1.39	7.06	8.74
2004	0.31	2.77	5.11	2.43	11.36	7.89
2005	9.67	3.56	3.04	6.29	13.14	11.10

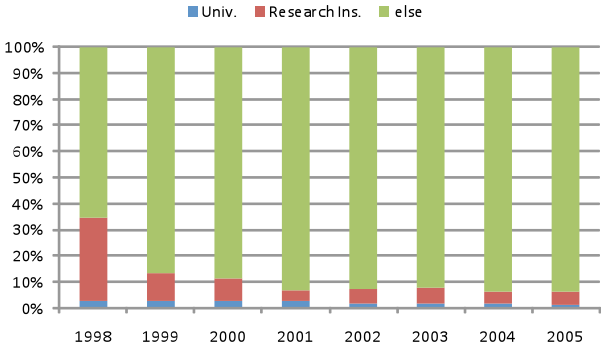
Fuente: *Science and Engineering Indicators 2008*.

	China		Japón	
	Patentes	Artículos	Patentes	Artículos
1996	24.73	16.17	-0.90	6.96
1997	-12.93	15.64	5.71	2.22
1998	43.03	13.22	8.38	4.62
1999	40.41	14.03	5.67	2.67
2000	46.04	17.59	10.58	3.31
2001	31.02	14.37	15.83	-1.78
2002	26.69	10.10	-4.12	0.47
2003	11.10	23.62	2.74	1.55
2004	41.02	21.10	7.43	-1.38
2005	18.99	24.86	11.09	1.55

El crecimiento del sector científico y tecnológico contrasta con la distancia que mantienen las universidades y las instituciones de investigación científica respecto a las empresas. Si analizamos la situación entre 1998 y 2005 (sólo se han obtenido datos parciales), la cuota de contratos en materia tecnológica alcanzados entre universidades y empresas descendió del 3,20% en 1998 al 1,73% en 2005. Por lo que respecta a las instituciones de investigación, a pesar de que los datos fluctúan ligeramente, la tónica general persiste y, de más de un 30% en 1998, descendió hasta un 5% en estos últimos años.

En relación a los centros de enseñanza superior, la concentración de recursos motivada a raíz de la historia y otros factores, ha derivado en un gran predominio en el ámbito tecnológico de la Universidad de Tsinghua y otras universidades nacionales de prestigio. En 1994, por ejemplo, la cuota de contratos tecnológicos firmados por la Universidad de Tsinghua representaba el 35,82% de la cuota total de contratos entre centros de enseñanza superior y empresas. Si lo calculamos en base al nivel medio de las universidades (cuota total de contratación tecnológica firmada entre centros de enseñanza superior y empresas/número total de centros de enseñanza superior), la cuota de la Universidad Tsinghua en 2002 superó en más de 400 veces el nivel medio de los centros de enseñanza superior.

■ Gráfico 11. Cuotas de contratación tecnológica



Fuente: *China S&T Statics* (2006) (www.sts.org.cn/).

En último lugar, en relación a la capacidad tecnológica (educación), los éxitos alcanzados por China no dejan de ser sobresalientes. El número de estudiantes que eligen las ciencias naturales como primera titulación académica en China es equivalente a la de los Estados Unidos, y el número de matriculados en ingeniería se sitúa, con un amplio margen, a la cabeza mundial. Por otro lado, a pesar de que la cifra de titulados doctorados en ciencias e ingeniería ocupa una momentánea segunda posición, ésta también representa un fiel reflejo del fuerte desarrollo tecnológico que está viviendo el país. No obstante, a pesar de estas cifras y aunque el número de estudiantes universitarios sea mayor que otros países, si tenemos en cuenta la población china, la proporción de estudiantes que se decanta por una titulación en ciencias o ingeniería es muy inferior a la proporción resultante en otros países desarrollados¹. También se observa una clara descompensación entre los titulados universitarios en carreras tecnológicas y su incorporación al mundo laboral. La situación que se observa en China desde 2003 es que la cifra de estudiantes graduados sin ocupación ha aumentado de 750.000 a 1.200.000², lo que supone un 40% de los alumnos graduados. Si descontamos las cifras de estudiantes que amplían sus estudios (un 7%) y los que realizan sus estudios en el extranjero (un 2%), observamos que sólo la mitad de los graduados llega a emplearse. Paradójicamente, la investigación de Bosworth y Collins demuestra que, en una China que aumenta a un ritmo trepidante, la tasa de aportación de los trabajadores cualificados se encuentra muy por debajo del nivel de otros países asiáticos.

■ Tabla 7. Doctorados extranjeros en ciencia e ingeniería en los EE.UU. por país/economía de origen

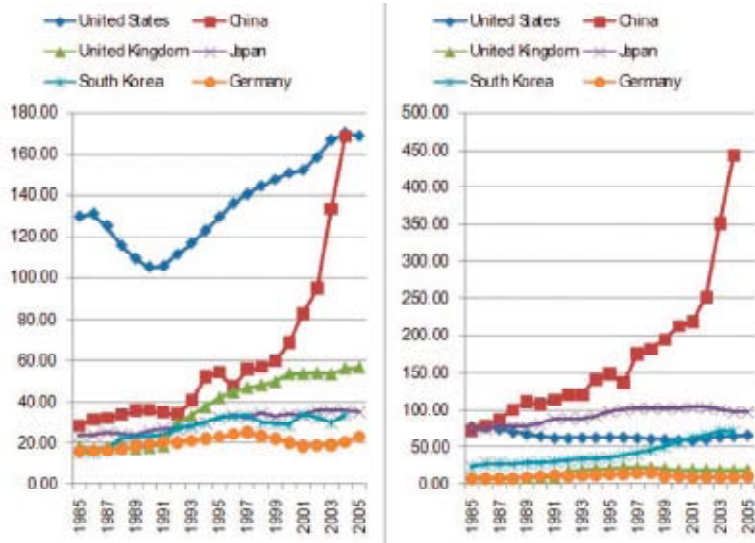
País/economía	Número	Porcentaje
Total doctorados extranjeros	189,346	100.0
Total de los 10 primeros	122,046	64.5
China	41,677	22.0

1 A pesar de que algunos medios de comunicación del país la califiquen de pequeña, la tasa de ingreso en la enseñanza superior en China es del 21% y se posiciona como líder a escala mundial (Véase People <http://edu.people.com.cn/GB/4732833.html>)

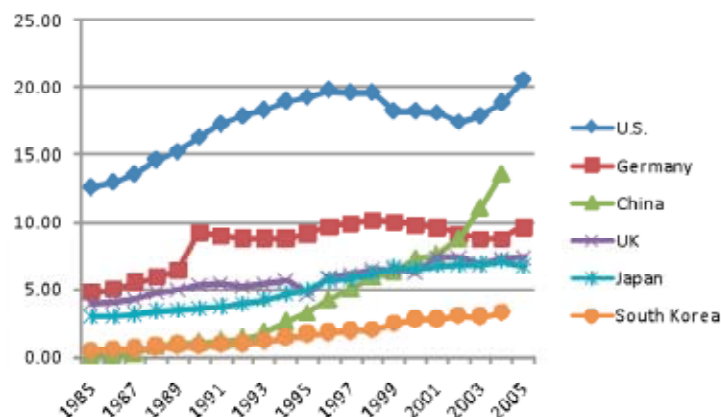
2 Véase “Report on China’s youth development during the “10th Five-year Plan” period and on China’s youth development trends during the “11th Five-year Plan” period”.

Taiwán	19,187	10.1
Corea del Sur	18,872	10.0
India	18,712	9.9
Canadá	6,231	3.3
Turquía	3,957	2.1
Tailandia	3,479	1.8
Irán	3,386	1.8
Japón	3,295	1.7
México	3,250	1.7
Resto de países	67,300	35.5

■ Gráfico 12. Titulaciones universitarias en ciencias naturales (izquierda) e ingeniería (derecha), por países seleccionados (millares)



■ Gráfico 13. Doctores en ciencias naturales e ingeniería por países seleccionados (millares)



La experiencia demuestra que las políticas científicas, tecnológicas, industriales y educativas de los países que se han desarrollado con éxito se complementan mutuamente y no actúan de manera aislada. De hecho, la continuidad y la coordinación en la implementación de este tipo de políticas han resultado ser elementos primordiales en el desarrollo económico de estos países. Desde esta perspectiva, la verdadera causa que afecta al rendimiento en materia de innovación es la citada “fragmentación”, que China parece no poder remediar.

Esta fragmentación, en primer lugar, se materializa en la descoordinación entre los principales agentes implicados en la innovación. La situación de “desunión” entre las áreas científico-técnica y económica no ha sido resuelta, al mismo tiempo que las empresas tampoco han mejorado su sistema de innovación. Por una parte, la demanda tecnológica empresarial no se ve satisfecha, al tiempo que su propia capacidad de desarrollo tecnológico sigue debilitada, y a diario se consolida la tendencia de desplazarse al extranjero por parte de los profesionales del sector.

Desde 1991 la inversión en tecnología empresarial e industrial en China ha experimentado una tendencia alcista de crecimiento inicial, posterior recesión

y nuevo incremento. En 2003 los contratos para la introducción de tecnología empresarial sumaron 13.451 millones de dólares estadounidenses, cifra que casi quintuplica la suma registrada en 1991. Aún así, tres cuartas partes de las PYMEs del país todavía no han establecido departamentos de desarrollo tecnológico³. Por otra parte, la adopción, motu proprio, de una posición distanciada respecto a la colaboración en materia de investigación con universidades e instituciones de investigación científica, limita en gran medida los efectos de la expansión tecnológica de las empresas.

Muchas de las instituciones de investigación científica sólo dependen de los presupuestos estatales. Este modelo “impreciso” no sólo no ha beneficiado a las empresas a la hora de solventar sus carencias tecnológicas, sino que además ha multiplicado el número de proyectos científicos independientes que no tienen ninguna correlación con las necesidades tecnológicas del mercado.

De la misma forma, las universidades e instituciones de investigación, en especial los organismos subordinados a la CAS (*Chinese Academy of Sciences*), que no sólo pueden recibir subvenciones gracias al “proyecto de innovación intelectual” del propio sistema de la CAS, sino que además pueden emplear el nombre de dicha institución para solicitar subvenciones a distintos programas (como el de la Fundación Nacional de Ciencias Naturales), también han generado un considerable malbaratamiento de recursos debido a aplicación de la noción de “libertad de exploración”, según la cual la mayoría de las investigaciones deben partir de las ideas de los científicos y no de las demandas de la cadena de innovación. Por consiguiente, a medida que aumentan las inversiones en I+D por parte del gobierno, la transversalidad

3 Véase “*China’s Science and Technology Indicators, Vol.7*”, 2005. Sustraído de Xin Fang” *Formation, evolution and reform of China’s science and technology system.*” “*The Overview of China’s Sustainable Development, Vol. 16*”. Beijing: Science Press, 2007.

Otra cuestión puesta de manifiesto aquí es que, tras la importación a gran escala de tecnologías por parte de las empresas, no existía el sistema de desarrollo interno correspondiente que garantizara la absorción de las tecnologías importadas, por lo que el grado de dependencia de estas empresas con respecto a la tecnología extranjera aumentó sin parar. A este respecto, véase los estudios de Feng Lu, Xieli Liu y demás autores.

entre las universidades e instituciones de investigación científica, así como la interactuación de estas dos con la empresa, debería recibir mucha más atención.

La división de las políticas actúa como una patología crónica que restringe la transformación del sector I+D en una fuente de crecimiento económico. En la era de las políticas económicas centradas en la “atracción de inversiones”⁴ y orientadas a generar un rápido crecimiento del PIB a corto plazo, los gobiernos locales ofrecieron ayudas en materia de terreno y fiscalidad más accesibles para IED y empresas de capital mixto que para empresas locales. No sólo resultó imposible cualquier estimulación en el campo de la innovación, sino que incluso se agudizó la propia presión por la supervivencia, lo que acabó degradando la capacidad y el nivel tecnológico de muchas empresas locales. Los esfuerzos llevados a cabo por China para la eficaz apertura del mercado internacional pero, al mismo tiempo, salvaguarda del mercado doméstico, son muy limitados si los equiparamos con los demás países del Asia Oriental, especialmente Japón y los “cuatro tigres asiáticos”⁵.

Por otro lado, a la insuficiencia de contactos de cooperación entre la universidad y la empresa cabe sumar que la oferta de profesionales por parte de la enseñanza superior y la demanda de la empresa suelen hallarse en un estado de desconexión. En 1999, por ejemplo, tras desinflarse la burbuja de Internet, todavía existía un gran número de centros de enseñanza superior en el país que, con ánimos de seguir la tendencia general, incorporaban a

4 En realidad, si bien en la actualidad todavía existen muchas regiones que aplican políticas de “atracción de inversiones”, gran número de gobiernos locales se han pronunciado en favor de crear bases industriales con características locales y promover una filosofía para la optimización de la industria. Aún así, un número considerable de bases industriales operativas todavía hacen del “capital extranjero” (incluido el de las regiones chinas de Hong Kong, Macao y Taiwán) su núcleo real.

5 Tras su incorporación en la OMC, los obstáculos a los que se enfrenta China para proteger su mercado no son pocos. Sin embargo, desde la perspectiva de la experiencia en desarrollo industrial, el exitoso desarrollo de la industria nacional de la telefonía móvil (en una ocasión, la cuota de mercado llegó a superar el 50%) también ha sido resultado de la intervención del gobierno sobre el control de la aprobación de licencias a empresas de IED y de la creación de valiosas oportunidades para el crecimiento de la empresa local.

sus programas de estudios especializaciones en electrónica, informática y robótica, mientras que en Estados Unidos, cuna del sector de las TI (IT en inglés), dichas industrias ya habían entrado en “recesión” y eran sustituidas por otros sectores en fase de crecimiento, como la biología y la genética.

3. Nuevas políticas de I+D en China¹

En junio de 2003, el Primer Ministro Wen Jiabao presidió la Primera Conferencia Nacional de Líderes para tratar el “Plan Nacional de desarrollo científico y tecnológico a medio y largo plazo”. En el transcurso de la conferencia se expusieron los tres principios que debían regir el plan en estrecha cohesión: “desarrollo socio-económico, seguridad nacional y desarrollo sostenible”. Asimismo, el proceso de trabajo relacionado con la elaboración del Plan constituyó una excelente oportunidad para que economistas, científicos y, en general, el grueso de la población se embarcaran en un diálogo global en torno al futuro de China.

■ Tabla 8. Clasificación temática de los estudios estratégicos del Plan Científico y Tecnológico

Primer apartado	Estudio de la macroestrategia para el desarrollo científico-tecnológico
Tema 1	Estrategias generales para el desarrollo científico-técnico
Tema 2	Reforma del sistema científico-tecnológico y del sistema nacional para la innovación
Segundo apartado	Estudio sobre las principales funciones del desarrollo científico
Tema 3	Ciencia y tecnología en el desarrollo de la industria manufacturera
Tema 4	Ciencia y tecnología en el sector de la agricultura
Tema 5	Ciencia y tecnología en el desarrollo energético, marino y de recursos
Tema 6	Ciencia y tecnología en el ámbito de las comunicaciones
Tema 7	Ciencia y tecnología en el desarrollo de servicios modernos

1 Para realizar consultas en referencia a este apartado, véase el texto íntegro del “Compendio del Plan Nacional de desarrollo científico y tecnológico a medio y largo plazo” y sitios web relacionados.

Tema 8	Ciencia y tecnología en los ámbitos de la demografía y la salud
Tema 9	Ciencia y tecnología en el ámbito de la seguridad pública
Tema 10	Ciencia y tecnología en la eco-construcción, la protección medioambiental y la economía del reciclaje
Tema 11	Ciencia y tecnología en el desarrollo urbano y la urbanización
Tema 12	Ciencia y tecnología en el ámbito de la defensa nacional
Tema 13	Alta tecnología estratégica e industrialización de la alta tecnología
Tema 14	Ciencia básica
Tema 15	Plataformas científico-tecnológicas y la construcción de infraestructuras básicas
Tercer apartado	Estudio sobre el marco político y de inversión para el desarrollo científico y tecnológico
Tema 16	La construcción de un equipo profesional
Tema 17	Modelos de inversión y gestión
Tema 18	Sistema legal y políticas
Tema 19	La cultura de la innovación y la popularización de la ciencia
Tema 20	El desarrollo regional
Cuarto apartado	Estudio sobre los principales proyectos científicos y tecnológicos

El 27 de julio de 2003, el Consejo de Estado aprobó el “Programa para el establecimiento temático de los estudios estratégicos del Plan Nacional de desarrollo científico y tecnológico a medio y largo plazo” y el “Programa para la selección de las juntas temáticas de los estudios estratégicos del Plan Nacional de desarrollo científico y tecnológico a medio y largo plazo”.

Tras un año de estudios y debates (e, incluso, varias conversaciones con funcionarios y expertos extranjeros), en agosto de 2004, en el transcurso de la Conferencia del Trabajo del Consejo de Estado, Wen Jiabao, anunció la exitosa finalización de las tareas de investigación en torno al plan estratégico. En base a dicha investigación, y tras la redacción de doce borradores a lo largo de un año, el “El Plan Nacional de Desarrollo a medio y largo plazo (proyecto)” fue finalizado. El 31 de diciembre de 2005 el Comité Permanente

del Consejo de Estado examinó y aprobó un “Paquete de medidas para la implementación del “Plan Nacional de desarrollo científico y tecnológico a medio y largo plazo””. Poco tiempo después, el Consejo de Estado anunciaría de forma oficial el “Plan Nacional de desarrollo científico y tecnológico a medio y largo plazo (2006-2020)”.

Este Plan se muestra claramente en desacuerdo con la importación masiva de tecnología y equipamientos al considerar que centrarse en la importación sin adquirir, absorber y reinnovar la tecnología, debilita inevitablemente la autonomía del sector I+D y, a la vez, agranda las distancias con la vanguardia mundial.

El Plan establece las directrices de trabajo en materia de ciencia y tecnología para los próximos 15 años, que serían: (1) la innovación independiente, (2) un notable progreso, (3) el apoyo al desarrollo y (4) el liderazgo del futuro.

1. La innovación independiente implica el fortalecimiento de la capacidad innovadora del país.

2. Con “un notable progreso” hace referencia a la unión de fuerzas para lograr avances esenciales en relación a la economía nacional y la vida del pueblo, así como a la seguridad nacional.

3. El apoyo al desarrollo conlleva esforzarse para alcanzar tecnologías genéricas clave, y apoyar un desarrollo socio-económico coordinado y continuado.

4. El liderazgo del futuro supone mirar con perspectivas, desplegar con anticipación la tecnología más avanzada y la investigación básica, crear nuevas demandas de mercado, fomentar nuevas industrias, es decir, orientar el desarrollo socio-económico del futuro. Estas directrices engloban más de medio siglo de experiencia en el desarrollo científico y tecnológico de China y sintetizan la importante decisión de mirar hacia el futuro y hacer realidad el gran renacimiento del pueblo chino.

En base a estas cuatro directrices, el Plan enumeró los objetivos generales para el desarrollo científico y tecnológico de China durante los próximos 15 años:

Primero. La posesión de la tecnología clave en las industrias nacionales de la información y de la fabricación de equipamientos, y su posicionamiento en la vanguardia mundial.

Segundo. El liderazgo mundial de la ciencia y la tecnología agrícola, el fomento de la capacidad de producción agrícola y la salvaguarda de la seguridad nacional en materia de alimentación.

Tercero. El progreso en el desarrollo de energías y tecnologías de ahorro energético y de energías limpias, así como la optimización de la estructura energética, de manera que los indicadores de gasto energético por parte de la principal producción industrial alcancen o se acerquen a los estándares mundiales.

Cuarto. La construcción de un modelo de desarrollo tecnológico basado en la economía cíclica; el apoyo científico-técnico para fundar una sociedad moderada en el uso de los recursos y respetuosa con el medio ambiente.

Quinto. La mejora en la prevención y el tratamiento de enfermedades, la contención de enfermedades contagiosas como el sida o la hepatitis, el avance en el descubrimiento de nuevos fármacos y el desarrollo de equipamientos médicos clave.

Sexto. La respuesta por parte del sector científico-tecnológico a las necesidades en materia de defensa nacional de equipamiento armamentístico y de construcción de un sistema informático nacional seguro. En definitiva, garantías para la salvaguarda de la seguridad nacional.

Séptimo. La preparación de un equipo de investigadores y científicos de calidad mundialmente reconocida y la obtención de una serie de logros en innovación que repercutan en las corrientes principales del desarrollo científico; posicionar la tecnología avanzada en campos como la información, la biología, los materiales y la aeronáutica en la vanguardia mundial.

Octavo. La construcción de instituciones de I+D de renombre mundial, como institutos de investigación científica, universidades y empresas con competitividad a nivel internacional, que conformen un sistema nacional de innovación impecable.

■ Tabla 9. Áreas clave y temas prioritarios que se definen en el Plan Nacional Científico y Tecnológico

Áreas clave	Temas prioritarios
1. Energía	(1) ahorro energético industrial (2) limpieza y eficacia en la explotación, licuefacción y multiproducción del carbón (3) prospección de gas y petróleo en terrenos de geología compleja (4) uso a gran escala de energías renovables con bajos costes (5) distribución a gran escala de electricidad y garantías de seguridad de la red eléctrica
2. Agua y recursos minerales	(6) utilización integral y optimización en la distribución de los recursos hidráulicos (7) ahorro de agua (8) desalinización (9) aumento de la prospección de recursos (10) uso eficaz de los recursos minerales (11) uso eficaz de los recursos marinos (12) regionalización de los recursos globales
3. Medio ambiente	(13) control global de la polución y reciclado de residuos (14) rehabilitación de las funciones de los ecosistemas en regiones ecológicamente frágiles (15) protección del medio ambiente y la ecología marina (16) vigilancia y medidas contra el cambio climático mundial
4. Agricultura	(17) exploración, preservación e innovación de germoplasmas y cultivo de nuevas variedades (18) cría segura, prevención y control de epidemias en ganado, aves y pesca (19) procesamiento de los productos agrícolas y modernización en almacenaje y transporte (20) uso integral de biomasa en la agricultura y la silvicultura (21) seguridad ecológica en la agricultura y la silvicultura y modernización de la silvicultura (22) creación de fertilizantes y plaguicidas respetuosos con el medio ambiente y agricultura ecológica (23) equipos e infraestructuras agrícolas multifuncionales (24) precisión en la producción e informatización de la agricultura (25) modernización de la industria láctea
5. Industria manufacturera	(26) herramientas básicas y piezas universales (27) diseño y fabricación digitalizado e inteligente (28) protección medioambiental y automatización en industrias de proceso y equipamientos (29) aceros reciclables en industrias de proceso y equipos (30) equipos y tecnologías de ingeniería marina a gran escala (31) materias primas básicas (32) materiales y dispositivos informatizados de nueva generación (33) ingeniería y materiales clave en la industria armamentística

6. Industria de las comunicaciones y el transporte	(34) construcción de infraestructuras básicas para el transporte y la comunicación, y conservación de tecnologías y equipamientos (35) sistema ferroviario de alta velocidad (36) bajo consumo y nuevas energías en la automoción (37) tecnologías y equipamientos en transporte eficiente (38) sistema inteligente de gestión en transporte (39) seguridad en el transporte y apoyo ante situaciones de emergencia
7. Industria de la información y de los servicios	(40) tecnologías y <i>software</i> de aplicación a gran escala para el soporte informativo de servicios modernos (41) tecnología y servicio de redes de nueva generación (42) ordenadores de alta potencia y fiabilidad (43) redes de sensores y procesamiento inteligente de la información (44) plataforma de contenidos de medios digitales (45) pantallas planas de alta definición (46) seguridad informativa de aplicación básica
8. Demografía y salud	(47) seguridad anticonceptiva en el control de la natalidad y prevención y tratamiento de defectos congénitos (48) prevención y tratamiento de enfermedades no contagiosas severas de tipo cerebral, cardiovascular o tumores (49) prevención y tratamiento de las enfermedades más comunes en núcleos urbanos y rurales (50) preservación e innovación de la medicina tradicional china (51) equipos médicos avanzados y materiales biomédicos
9. Urbanización y desarrollo urbano	(52) planificación urbana y regional (53) mejora de las funciones urbanas y uso económico del espacio (54) edificios de ahorro energético y ecológicos (55) protección de la calidad medioambiental en residencias ecológicas urbanas (56) plataforma informativa urbana
10. Seguridad pública	(57) plataforma de información ante emergencias de seguridad pública nacional (58) prevención, alerta y asistencia ante graves contingencias (59) seguridad alimentaria e inspección y cuarentena de entrada y salida (60) prevención e inmediata solución de incidentes públicos repentinos (61) bio-seguridad (62) seguimiento y protección ante catástrofes naturales
11. Defensa nacional	

Para alcanzar estos objetivos, además de fijar 11 áreas clave y 62 temas prioritarios, premios en 16 especialidades², 8 tecnologías de vanguardia³ y una serie de cuestiones en investigación básica, el Plan enfatizaba la reforma del sistema científico-tecnológico hacia el desarrollo.

El Plan señala la existencia de una serie de deficiencias en el sistema científico-tecnológico y económico como: el hecho de que la empresa sigue sin ser el principal motor de la innovación tecnológica; la dispersión de esfuerzos y la repetición sistemática de proyectos de investigación; la baja eficiencia operativa general y la particular fragilidad de la capacidad de innovación en el área de bienestar social; la fragmentación en la macrogestión científica y tecnológica, que provoca que los sistemas de distribución y evaluación de los recursos científico-tecnológicos sean incapaces de adaptarse a las nuevas tendencias de desarrollo y a las necesidades gubernamentales; las deficiencias en los mecanismos para incentivar a los nuevos talentos y alentar la innovación empresarial, etc. El núcleo de todas estas cuestiones sigue derivando de la “fragmentación”. En consecuencia, la construcción de un sistema nacional de innovación es de vital importancia.

Respecto a la situación actual en la que el problema es que las empresas todavía no se han convertido en el principal foco de innovación, el Plan pide el establecimiento de un sistema de innovación tecnológica que se fundamente en las empresas y que éstas actúen de agente impulsor en la construcción

2 Las 16 especializaciones se clasifican en electrónica nuclear, chips y *software* básicos de alta gama, fabricación a gran escala de circuitos integrados, comunicaciones móviles de banda ancha e inalámbrica de nueva generación, maquinaria digital de alta gama y tecnología de fabricación básica, desarrollo a gran escala de yacimientos de petróleo, carbón y gas, reactores avanzados de agua a presión y centrales nucleares con reactores de alta temperatura y refrigeración por gas, tratamiento y control de las aguas contaminadas, cultivo de nuevas variedades genéticamente modificadas, creación de nuevos fármacos, prevención y tratamiento de enfermedades de transmisión graves como el SIDA y la hepatitis viral, aeronaves de grandes dimensiones, sistemas de observación terrestre de alta resolución, programas espaciales tripulados y de exploración de la luna.

3 Las 8 tecnologías de vanguardia se clasifican en biotecnología, tecnología de la información, tecnología de los nuevos materiales, tecnología de la fabricación de vanguardia, tecnología marina, tecnología láser y tecnología aeroespacial.

de un sistema de innovación nacional. En relación a la situación de superposición e independencia en la que conviven universidades e institutos de investigación científica, el Plan propone la construcción de un sistema de innovación basado en la integración de los institutos de investigación y los centros de enseñanza superior. En base al éxito de los sistemas de innovación de los Estados Unidos y demás países innovadores, el Plan propone la construcción de un sistema de innovación científico-tecnológica para la defensa nacional que una e implique a los sectores civil y militar, conforme un adecuado modelo estatal según el cual la fuerza de la ciencia y la tecnología estén al servicio de la innovación en defensa nacional, y cuyos logros repercutan de forma inmediata sobre el sector civil. Para la consecución de un desarrollo regional desequilibrado, el Plan plantea el establecimiento de sistemas de innovación regionales propios y ventajosos para cada sitio. Asimismo, para garantizar la coordinación de todos los agentes relacionados con la I+D, enuncia una serie de tentativas como la creación de un cetro de coordinación e intermediación científico-tecnológica y el trabajo en red.

Para que el macroproyecto descrito pueda hacerse realidad, el Plan contempla una profusa oferta de políticas en materia de I+D, innovación y educación.

1. En el campo de I+D, es imperativa la construcción de un sistema de inversión en ciencia y tecnología diverso y multicanalizado.

El Plan señala que el gobierno tiene que desempeñar un papel de liderazgo más activo en las inversiones en ciencia y tecnología y fortalecer su capacidad de distribución de los recursos y de despliegue de inversiones en la sociedad, mediante todo tipo de ayudas como por ejemplo, inversiones financieras directas y privilegios fiscales.

Bajo el término de “*Guijia*” o “retorno a casa”, se establece como principal objetivo de las inversiones financieras del país el apoyo a una serie de actividades científico-tecnológicas de carácter público, como la investigación básica, la investigación en tecnología de vanguardia, la investigación para el bienestar social y todas aquellas ramas de la investigación tecnológica claves para el sector público que el sistema de mercado no puede abordar de manera eficaz.

Según lo establecido en la “Ley sobre el progreso científico-tecnológico de la República Popular China” el gobierno central, junto toda la jerarquía de gobiernos locales, tiene que reflejar en los presupuestos anuales que el gasto en inversiones en ciencia y tecnología del país representan un porcentaje cada vez mayor del PIB.

El Plan, a la vez, enfatiza que, del mismo modo que el gobierno aumenta las inversiones en ciencia y tecnología, debería también favorecer la inversión de las empresas en ciencia y tecnología. Algunas de las medidas a adoptar serían, por ejemplo, la aplicación de políticas fiscales preferenciales por parte del estado, como: las deducciones fiscales en inversiones empresariales en materia de I+D; la promoción del desarrollo de empresas de alta tecnología: fomentar que las empresas establezcan un sistema de fondos destinados en exclusiva a la I+D en materia de tecnología; permitir a las empresas que aceleren la amortización de equipos e instrumentos de I+D; generar políticas fiscales de apoyo necesarias para la compra de equipos e instrumentos avanzados; intensificar las dinámicas de apoyo financiero y monetario para que las empresas puedan establecer centros de I+D en el extranjero, etc. Al mismo tiempo, el Plan también presta especial atención al crecimiento de las capacidades tecnológicas de las PYMEs y precisa la necesidad de alentar y apoyar a que este tipo de empresas establezcan colaboraciones en el sector I+D mediante la adopción de alianzas financieras o comisiones mixtas.

2. En el campo de la oferta en innovación, el Plan enfatiza la necesidad de fortalecer la adquisición, absorción y reinnovación de tecnologías importadas y de ofrecer garantías para la adquisición pública de innovación (demanda), así como para la promoción de empresas innovadoras (entorno).

Oferta: Clarifica su posición ante la importación de tecnología. Solicita la mejora y el reajuste de las políticas nacionales en tecnología industrial para fortalecer la adquisición, absorción y reinnovación de las tecnologías importadas. Establece políticas para alentar la innovación tecnológica y limitar la repetición sin criterio de importaciones. De la misma forma, establece fondos especiales destinados tanto al apoyo en la adquisición, absorción y reinnovación de tecnologías importadas, como al apoyo del desarrollo de los principales equipos tecnológicos y a la investigación y el desarrollo de tecnologías genéricas clave para la industria.

Demanda: Solicita la consulta de las disposiciones detalladas en la “Ley sobre adquisición pública de la República Popular China”, para alentar y salvaguardar la innovación independiente. Dispone la aplicación de políticas públicas que prioricen la adquisición de aquellos productos y equipos de alta tecnología con derechos de propiedad intelectual propios y fomentar, así, el desarrollo de la industria doméstica. Ofrece apoyo legal a las empresas en la adquisición de equipos de alta tecnología de producción doméstica.

Entorno:

(a) Enfatiza la necesidad de optimizar el sistema nacional de derechos de propiedad intelectual e industrial, la creación de un marco legal de respeto y protección de la propiedad intelectual, así como el fomento de una conciencia social entorno a ésta y la mejora del nivel nacional de gestión, a fin de dinamizar su protección y atacar con dureza, y dentro del marco legal, cualquier tipo de violación contra ella. Igualmente, a fin de participar de forma activa en el establecimiento de normativas internacionales, impulsa el traslado de las normativas nacionales en materia de tecnología a la esfera internacional.

(b) Menciona la creación y el perfeccionamiento de un mecanismo para la promoción del desarrollo del capital de riesgo. Para el fomento activo de un *Growth Enterprise Market* (GEM), hay que: acelerar la industrialización de científica y tecnológica; estimular la incorporación de empresas competentes en alta tecnología en consejos nacionales; generar condiciones favorables para que las PYMES del sector de la alta tecnología puedan cotizar en los mercados extranjeros; crear un marco de políticas financieras y monetarias más laxo para que las empresas de capital de riesgo en alta tecnología realicen operaciones financieras transfronterizas; desarrollar pruebas piloto en zonas de desarrollo de alta tecnología del país; instaurar paulatinamente un mercado de derechos de propiedad tecnológica; crear una organización nacional auto-disciplinaria del sector de capital de riesgo en materia científico-técnica; alentar a los organismos de financiación para que ofrezcan apoyo crediticio que privilegie a aquellos proyectos nacionales de mayor relevancia en materia de industrialización científico-técnica o de transformación de los logros científico-técnicos; crear sistemas de garantía de crédito de distintos perfiles, como, por ejemplo, un sistema de garantía crediticia para

la propiedad intelectual que anime a las PYMES a la innovación tecnológica; erigir una plataforma de colaboración financiera en materia científico-técnica de distintos perfiles, de manera que el gobierno pueda orientar a todo tipo de instituciones financieras, e incluso al capital privado, hacia la participación en el desarrollo científico-técnico; estimular a las empresas aseguradoras a dinamizar sus servicios y productos para así ofrecer a la innovación científico-técnica una gama integral de protección contra riesgos.

3. En el campo de la educación, el Plan destaca la necesidad de implantar estrategias propias de una potencia profesional, fortalecer la construcción de un equipo profesional altamente cualificado en materia de ciencia y tecnología, y ofrecer garantías profesionales para hacer posible la implementación del citado Plan.

El Plan presta especial atención en la formación del personal científico y tecnológico. Para reforzar la integración entre la innovación científico-tecnológica y la formación de profesionales, hay que estimular la colaboración entre instituciones de investigación científica y centros de enseñanza superior. Igualmente, a fin de que las instituciones de enseñanza superior incorporen las estrategias nacionales de desarrollo científico-técnico, y se adapten a las demandas del mercado, hay que instituir una serie de disciplinas transversales y una estructura especial de coordinación. Es necesario reforzar la formación profesional, para preparar una serie de especialistas en tecnología aplicada que respondan a las demandas de desarrollo socio-económico. A fin de profundizar en la reforma de los contenidos y la didáctica de los centros de enseñanza primaria y secundaria, hay que impulsar de forma integral una educación de calidad y regenerar la cultura científica.

Al mismo tiempo, el entorno cultural de los investigadores también recibe una atención sin precedentes. El Plan señala que es necesario promover un espíritu patriótico consciente y emprendedor, un espíritu científico pragmático, audaz y capaz de innovar, un espíritu de equipo, de unidad y cooperación, un espíritu que no persiga fama ni lucro. Propugnar la duda y la crítica racional, respetar la individualidad, tolerar el fracaso, estimular la libertad y la democracia académicas, estimular a los que se atreven a explorar y a los que son capaces de sobresalir, promulgar con valentía nuevas teorías y doctrinas. Impulsar el pensamiento innovador, dinamizar

el ambiente académico, hacer esfuerzos para formar una cultura innovadora relajada y armónica, saludable y ascendiente.

El Plan representa, en resumen, el marco para orientar a China en la dirección que sus futuras políticas científicas y tecnológicas deben adoptar. De igual modo, pretende estimular la productividad y promover un desarrollo socio-económico global, coordinado y sostenible.

4. Conclusiones

A partir de la abundante oferta de políticas que se desprenden del Plan es fácil observar que el gobierno chino, en referencia a la cuestión de la “fragmentación” detectada durante el proceso de optimización del sistema de innovación, se muestra positivo, por lo que, sin duda, obtendrá notables resultados. Sin embargo, según el Ministerio de Ciencia y Tecnología, responsable de la instauración de dicha planificación, será con toda probabilidad necesario enfrentarse a una gran resistencia originada por el bloqueo por parte de algunos ministerios, como el de economía y educación. Al mismo tiempo, existe la posibilidad de que el “modelo de movilización” implantado por dichas políticas pueda derivar en una serie de problemas, ya que “no existen precedentes de generación planificada de la innovación”⁴

En cualquier caso, la puesta en marcha del Plan posee, sin duda, gran trascendencia para el sistema científico-tecnológico. Además de su preocupación por el desarrollo económico del país, el Plan también abarca temas relacionados con los recursos energéticos, el medio ambiente y la seguridad en el sector agrícola. De hecho, China ya ha obtenido logros significativos en la reducción del consumo energético⁵ y en la protección del medio ambiente. La capacidad que tienen la ciencia y la tecnología de garantizar la seguridad energética, medioambiental y alimentaria de China, no sólo es beneficioso a la hora de encaminar a China hacia el desarrollo científico, sino que todavía es más beneficioso para la prosperidad y la

4 James Wilsdon y James Keeley. “China: The next science superpower?”. Demos, 2007

5 De acuerdo con la paridad del poder adquisitivo (PPA), la intensidad en el consumo energético de China durante el período posterior a la segunda mitad de la década de los noventa del siglo pasado llegó a reducirse hasta situarse por debajo del promedio mundial, y era inferior al nivel de muchos países desarrollados.

estabilidad del mundo entero. La capacidad de innovación independiente del país simboliza el compromiso y la responsabilidad que China profesa hacia el mundo. China posee una actitud abierta de cara a ser “un socio comercial, un colaborador en investigación y un gran mercado de bienes y servicios”⁶ y llegar a incorporarse a esa gran familia que es el mundo.

(Footnotes)

1 En 2001, 98 organizaciones públicas de investigación científica subordinadas al Ministerio de Tierra y Recursos Naturales y a otros cuatro ministerios fueron las precursoras en iniciar la reforma. La segunda promoción la conformaron 107 instituciones de investigación tecnológica subordinadas a diez ministerios, incluido el Ministerio de Agricultura; y la tercera la llevaron a cabo 43 instituciones pertenecientes a seis ministerios, entre los que se incluye el Ministerio de Sanidad. El Plan de reforma dispuso que 89 de estas instituciones de investigación tecnológica recibieran apoyo gubernamental, que 61 de ellas se constituyeran en empresa, y que otras 98 fueran integradas en universidades o en otras unidades profesionales y organismos de mediación. (China's Science and Technology Indicators, 2005)

2 La I+D empresarial afectó al coste de inversión, mediante la implantación de medidas como la deducción del 50% del impuesto sobre la renta, la exención de impuestos por la importación de equipos de I+D, subvenciones por la introducción de nuevos productos, etc.

3 Dicho proyecto planeó para finales de siglo la selección de un grupo de académicos y vanguardistas en tecnología de diferentes niveles, además de una reserva de candidatos.

6 James Wilsdon y James Keeley. “China: The next science superpower?”. Demos, 2007

■ Políticas de I+D en el sector industrial de Corea del Sur

Moon, Su-Yeon.

Doctor e investigador de la División de Cooperación Tecnológica Internacional, Departamento de Estrategia y Planificación Tecnológica del Korea Institute of Industrial Technology Evaluation and Planning (ITEP)

1. Introducción

La economía coreana creció de manera sorprendente desde principios de los años 60. El PNB creció de media un 7,8% anual entre los años 1961 y 2000. Debido a este rápido crecimiento económico, Corea pasó de ser un país subdesarrollado a ser un país industrializado en un plazo relativamente corto de tiempo. Durante este proceso, la estrategia aperturista de desarrollo dirigida por el gobierno jugó un papel vital como motor de crecimiento.

El gobierno coreano ha intervenido activamente en la identificación de las industrias a fomentar y en la adjudicación de recursos e incentivos para las industrias seleccionadas. La política industrial selectiva fue la principal herramienta para el exitoso desarrollo industrial de Corea y suscitó un intenso debate en torno a su relevancia y aplicabilidad en otros países en vías de desarrollo.

Esta política industrial selectiva ha desempeñado un importante papel en el rápido desarrollo industrial de Corea durante las últimas décadas. Sin embargo, podría resultar inadecuado y desorientador tratar de, como hicieron muchos economistas, explicar el desarrollo industrial de Corea y su cambio estructural como consecuencia de su política industrial. El desarrollo industrial de Corea debe interpretarse en un sentido más amplio, como resultado de una política de desarrollo industrial que no sólo incluye medidas que afectan directamente a las industrias seleccionadas, sino también medidas que afectan al desarrollo global de la industria, como aquellas políticas relacionadas con el comercio, el desarrollo de la mano de obra y el desarrollo tecnológico. Por tanto, a menos que se tengan debidamente en cuenta estas políticas interrelacionadas a la hora de analizar el proceso de industrialización, uno

no puede comprender los verdaderos motivos de la exitosa industrialización de Corea.

El papel de las políticas de I+D no tuvo tanta influencia como la de las políticas industriales en el desarrollo industrial de Corea. Sin embargo, las políticas de I+D han contribuido al desarrollo industrial de Corea, y las empresas coreanas deben parte de su capacidad tecnológica al fuerte compromiso e implicación por parte del gobierno.

La formulación de una política de I+D durante las primeras etapas de desarrollo industrial fue todo un reto, ya que las bases teóricas de las políticas de I+D apropiadas para un país en vías de desarrollo son difíciles de perfilar. Además, Corea no disponía de un modelo de referencia que se hubiese aplicado en otros países de forma previa.

Es cierto que se cometieron errores al implantar las políticas de I+D en varias etapas del desarrollo tecnológico, sin embargo, muchas políticas resultaron ser bastante efectivas. En este sentido, la experiencia coreana ofrece un ejemplo para otros países en vías de desarrollo que se enfrentan al mismo problema y Corea puede aprovechar su experiencia en el pasado para diseñar su política de I+D en el futuro.

Primero, ofreceremos una revisión general de la política industrial y tecnológica en Corea para ver cómo evolucionó a medida que la economía coreana entró en diferentes fases de su desarrollo industrial. En segundo lugar, trataremos de resaltar algunas características del desarrollo de la política industrial coreana durante las últimas cuatro décadas. A continuación, explicamos las tendencias medioambientales a las que se enfrenta Corea. Tras esto, mencionaremos los principales retos del desarrollo industrial a los que se enfrenta. Finalmente, presentaremos la estrategia de I+D y las principales directrices políticas actuales.

2. Evolución histórica de las políticas de desarrollo industrial en Corea del Sur

La política de desarrollo industrial de Corea ha sufrido varios cambios de envergadura durante las últimas cuatro décadas y, en términos generales, se

divide en cuatro fases bien distinguidas de evolución que son: (1) la política de fomento de la exportación y el desarrollo de la mano de obra intensiva durante los años 60; (2) el fomento de la industria pesada y química y el desarrollo de la capacidad tecnológica, durante los años 70; (3) la liberalización del comercio y la política industrial orientada hacia la tecnología, en los '80; (4) y, finalmente, la globalización y el fomento de la industria de las tecnologías de la información (TI), en los 90. (Kim, 2004).

2.1 Periodo de los años '60 a los años '70

A principio de los 60, la política industrial de Corea se caracterizaba por una política de restricción de las importaciones de bienes intermedios y de capitales. El Ministerio de Comercio e Industria (MCI) regulaba las importaciones utilizando un sistema discrecional de licencias de importación. Esta férrea política proteccionista causó inflación y una seria crisis de divisas en 1963.

Ante esta situación, el gobierno tuvo que revisar el plan y modificar su estrategia de desarrollo. Adoptó una estrategia aperturista que potenciaba el crecimiento de las exportaciones a través de incentivos fiscales y financieros.

El MCI seleccionó los fertilizantes, el PVC, el cemento y las refinerías de petróleo como las principales industrias a fomentar durante la fase inicial del desarrollo económico, y construyó complejos industriales equipados con la infraestructura apropiada para el desarrollo de estos sectores. En esta década por ejemplo el gobierno creó la Pohang Iron and Steel Company, Ltd. (POSCO), la primera planta de laminación de acero de Corea que pronto se convertiría en una de las empresas de mayor rendimiento del mundo.

El gobierno aumentó las ayudas directas para la exportación y puso énfasis en la exportación de productos fabricados por las Industrias Ligeras (IL), como la industria textil y de confección, donde la economía coreana tenía ventaja comparativa (Oh, 1996 y Lee, Kim y Han, 1989). El gobierno fomentó el desarrollo de industrias que requerían una mano de obra intensiva especializada e impulsó la creación de escuelas técnicas y la institucionalización de la formación profesional. En 1967, se promulgó la ley de formación profesional

para facilitar el establecimiento de institutos de enseñanza públicos y privados, incluyendo un programa de formación en la empresa, que se convirtió en la principal fuente de trabajadores especializados durante los años '60 y '70 (Mah, 2007).

El primer plan económico quinquenal comenzó en 1962. En aquel entonces, la inversión total en I+D era del 0,2% del PNB. Hasta la fecha la actividad relacionada con I+D en la industria y en las universidades había sido prácticamente inexistente. Solamente los institutos de investigación públicos, cuyas funciones básicas eran la realización de pruebas e inspección, llevaban a cabo proyectos de I+D a pequeña escala.

Tras la finalización del primer plan quinquenal en 1966, el gobierno reconoció la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo industrial, y requirió más mano de obra y capacidad de investigación para implementar y asimilar las tecnologías procedentes del extranjero. El gobierno inició y supervisó el establecimiento de una infraestructura científica y tecnológica durante los años '60 y '70. El Korea Institute of Science and Technology (KIST), fue el primer centro tecnológico moderno que se estableció en Corea en 1966 (Lee, 1997).

En aquellos años el gobierno coreano invirtió un importante porcentaje de su presupuesto en ciencia y tecnología en comparación con otros países en vías de desarrollo. El presupuesto del gobierno en I+D aumentó de un 0.18% del PNB en 1964 a un 0.3% del PNB en 1970. A pesar de que la demanda interna de I+D era casi inexistente, el gobierno creía firmemente que el desarrollo económico de Corea pasaba por el desarrollo científico y tecnológico del país.

2.2 Periodo de los años '70 a los años '80

Durante los años '70, el enfoque principal de la política industrial de Corea cambió de la Industria Ligera (IL) al fortalecimiento de la Industria Química Pesada (IQP). La subida de los salarios de los trabajadores socavó la competitividad de los precios de la industria de mano de obra intensiva y obligó al gobierno a centrarse en la industria pesada como motor de crecimiento. El gobierno escogió seis industrias estratégicas; el acero, los

astilleros, la maquinaria, otros metales, el petróleo y la industria química. Las políticas de fomento de la IQP consistían en préstamos preferenciales, protección selectiva, facilidades para la entrada en el sector y deducciones de impuestos. Gracias a este programa el sector de la IQP creció rápidamente y su porcentaje en el sector manufacturero en su conjunto aumentó de un 39% en 1970 a un 54% en 1980. La gran mayoría de la producción del sector de la IQP se dedicaba a la exportación.

Es importante señalar que el gobierno realizó enormes esfuerzos para desarrollar la capacidad tecnológica del país mediante el establecimiento de institutos de investigación financiados por el estado y fortaleciendo la educación universitaria en materias de ingeniería. El gobierno aumentó significativamente la oferta docente, con particular énfasis en campos como la ingeniería mecánica y la ingeniería eléctrica y electrónica. A finales de los años 70 se establecieron doce Institutos de Investigación financiados por el Gobierno (GRI, por sus siglas en inglés) para hacer frente a las necesidades tecnológicas de las empresas privadas. La función principal de estos institutos era la de desarrollar tecnología industrial en cooperación con las empresas privadas, comprobando nuevos productos y adaptando y asimilando las novedades tecnológicas importadas. El gobierno no exigió resultados inmediatos a los GRI, que eran los que absorbían la mayoría del presupuesto gubernamental en I+D, sino que disfrutaban de plena autonomía a la hora de asignar los fondos destinados por el gobierno. Esto no hubiera sido posible sin una total confianza por parte del gobierno.

2.3 Periodo de los años '80 a los años '90

El rumbo de la política industrial varió de nuevo durante la primera mitad de los '80. Como resultado de unas excesivas políticas de fomento de la IQP, el ratio de utilización de capacidad de la IQP descendió sustancialmente entre finales de los '70 y principios de los '80, teniendo como resultado el descenso de la tasa de crecimiento real del PIB, que cayó a valores negativos en 1980. Por tanto, el gobierno tuvo que remodelar su política de desarrollo a principios de los años '80 mediante la introducción de políticas de reforma macroeconómica, comerciales e industriales. La filosofía básica de la política de reforma era que, dado el tamaño y la complejidad de la economía coreana, el gobierno debía confiar más en los mecanismos del libre mercado y en

la competitividad para la asignación de recursos, y reducir el papel de la intervención y de la protección gubernamental (Kim, 2004).

El gobierno comenzó por retirar el sistema de incentivos para el apoyo a industrias específicas que estuvo en vigor hasta finales de los años '70. Este sistema fue gradualmente reemplazado por lo que se denomina sistema de apoyo funcional, según el cual “todas las industrias son en principio tratadas por igual y los incentivos se ofrecen para la inversión en investigación y desarrollo y la formación de la mano de obra”. Este nuevo concepto de política industrial quedó reflejado en la Ley de Desarrollo Industrial, que se promulgó en 1985. Esta Ley reemplazó a las siete leyes referidas a las industrias específicas que habían sido la columna vertebral de la política industrial durante los años '70.

En segundo lugar, en 1981 el gobierno comenzó a enfatizar la importancia de la investigación y el desarrollo (I+D) para el desarrollo económico. Para la economía coreana era necesario superar la etapa de imitación de tecnologías desarrolladas por países avanzados y debía comenzar a liderar en el ámbito de la innovación. El gobierno escogió varios sectores estratégicos para su desarrollo en el ámbito del I+D: semiconductores, automoción, astilleros, metal y aeronaves pequeñas. El gobierno, persiguiendo los objetivos del quinto Plan Quinquenal para el Desarrollo Económico de 1982 a 1986, también continuó con la estrategia de crecimiento que apostaba por la exportación.

En tercer lugar, se lanzó el programa de liberalización del comercio para acelerar la liberalización de las importaciones. El gobierno anunció en 1983 un programa de cinco años para liberalización de las importaciones, cuyo objetivo era el de subir el ratio de importaciones liberalizadas hasta un 95% para el año 1988. Los productos liberalizados fueron anunciados con antelación para que las industrias afectadas pudieran prepararse para hacer frente la competencia extranjera. A pesar de una fuerte oposición interna, el programa de liberalización de las importaciones se llevó a cabo según lo planeado y alcanzó el 96.3% de los productos en 1990.

En cuarto lugar, la liberalización del comercio se extendió a la importación de tecnología y a la inversión extranjera directa (IDE). Las licencias tecnológicas fueron totalmente liberalizadas a partir de 1984. El sistema de aprobación

previo de licencias se cambió por un sistema de informes. También se redujeron el número de industrias que estaban vedadas a los inversores extranjeros, así como las restricciones en cuanto al porcentaje de la participación de la inversión extranjera.

En quinto lugar, a principios de los años '80 el gobierno realizó intensos esfuerzos para fomentar las PYME. El gobierno llevó a cabo programas integrales de apoyo para las PYME, como incentivos para el lanzamiento de nuevas empresas PYME basadas en tecnologías modernas, ajustes estructurales, la reserva de ciertos sub-sectores para las PYME, la promulgación de la ley de fomento de la subcontratación, etc. Estos programas de apoyo contribuyeron al rápido crecimiento de las PYME durante los años '80.

2.4 Periodo de los años '90 hasta la primera década del siglo XXI

Uno de los hitos más importantes en el escenario económico internacional durante los años 90 fue el lanzamiento del sistema comercial de la Organización Mundial de Comercio (OMC), que tuvo una gran repercusión no sólo en las políticas comerciales sino también en las políticas económicas de los países en vías de desarrollo. La liberalización del comercio se convirtió en un fenómeno global, la competencia se volvió cada vez más intensa y severa, mientras que el espacio para la intervención gubernamental era cada vez más reducido. A raíz de los parámetros establecidos por la OMC, el apoyo por parte del gobierno a industrias específicas y las acciones compensatorias dejaron de estar permitidos.

Por tanto, la política industrial debía adaptarse a los mecanismos del libre mercado en la mayor medida posible. Esto, sin embargo, no significa que el gobierno deba retirarse totalmente del mercado y de la asignación de recursos. Con la globalización el papel de la política industrial puede ser incluso más importante, puesto que la globalización exige que los gobiernos adopten medidas efectivas para fomentar la competitividad industrial.

Por consiguiente, el problema no reside en si hace falta o no una política industrial, sino qué tipo de política industrial debe implementarse. En otras palabras, la diferencia es la naturaleza y el contenido de la política industrial. La política industrial en la era de la globalización debe entenderse como una

política gubernamental que tiene como objetivo fomentar la competitividad y el desarrollo general de la industria. Debe ser una política industrial que incorpore una variedad de medidas diseñadas para influir sobre la producción de la industria, la inversión, las exportaciones e importaciones y sobre la investigación y el desarrollo. No debe entenderse como una política de objetivos industriales que busca proteger o fomentar algunas industrias en particular.

Esto implica que la naturaleza de la intervención gubernamental debe cambiar de la intervención directa a la indirecta, ofreciendo un apoyo general y no discriminatorio diseñado para potenciar la competitividad de la industria en general y para facilitar el crecimiento de nuevas empresas e industrias. Este tipo de apoyo gubernamental a menudo se denomina apoyo funcional. El gobierno debe desempeñar el papel de facilitador, no el de suministrador directo de ayudas y subsidios. Existen varias áreas en las que el gobierno puede desempeñar un importante papel, como por ejemplo: (Mihn, 2001)

- Hacer que la economía nacional resulte lo más atractiva posible tanto para la inversión doméstica como para la extranjera;
- Fomentar la competencia mediante la liberalización del comercio y minimizar las regulaciones sobre la actividad empresarial;
- Fomentar la creación de empresas emprendedoras;
- Apoyar las actividades de I+D y la formación de mano de obra cualificada;
- Fomentar el desarrollo de las PYMEs.

Corea participó activamente en las negociaciones de la Ronda Uruguay y desde principios de los años 90 comenzó a acelerar la liberalización del comercio. Las leyes y regulaciones internas se modificaron para adecuarse a las leyes comerciales de la OMC. Continuando con su compromiso de liberalizar el mercado Corea también se unió a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 1996. Durante este proceso de liberalización Corea sufrió el impacto de la crisis financiera de 1997, sobre todo debido a la apresurada liberalización del mercado de capitales y a la debilidad estructural de su economía. Sin embargo, Corea siguió con la política de liberalización como estrategia para recuperarse de la crisis financiera.

A la vez que liberalizaba la economía, el gobierno coreano estaba muy interesado en el fomento de las industrias relacionadas con la sociedad

de la información. El gobierno pensó que la industria de la Tecnología de la Información (TI) podría desempeñar un papel relevante en la economía coreana porque Corea poseía una industria electrónica altamente competitiva. Por esta razón, el gobierno fomentó la industria de las TI desde comienzos de los años 90 y ha seguido intensificado su apoyo después de la crisis de 1997. El gobierno llevó a cabo varias medidas diseñadas para fomentar esta industria, entre la que cabe destacar la liberalización del mercado de los servicios de telecomunicaciones, que estaba caracterizado por una estructura monopolista. Esta política incrementó la competencia en la industria de las telecomunicaciones, lo que a su vez llevó a un incremento espectacular de la demanda de servicios de telefonía móvil y de las conexiones a Internet.

El gobierno fomentó también la globalización de la industria coreana de las TI. Promovió la inversión extranjera directa (IDE) en la industria coreana de las TI, mediante la implementación de incentivos fiscales y financieros, y la creación de Zonas Específicas de Inversión Extranjera para atraer inversiones extranjeras en las TI.

La crisis de 1997 demostró que el rápido crecimiento de las grandes corporaciones empresariales ya no era sostenible sin una reestructuración completa. Por tanto, el gobierno tuvo que buscar otra alternativa para el crecimiento económico que fuera sostenible en la era de la globalización. Por esta razón, en 1997, el gobierno intensificó su apoyo a las empresas emprendedoras a través de una Ley Especial para la Promoción de Empresas Emprendedoras que diese impulso a pequeñas empresas orientadas hacia la tecnología. Una ley especial que se convirtió en una contribución significativa al rápido crecimiento de las pequeñas empresas del sector de las TI (Lee, &Choi, 2001).

El objetivo básico de la política de I+D a finales del siglo XX era la construcción de un sistema nacional de innovación similar al desarrollado por los países más avanzados. El desarrollo equilibrado y la promoción de la cooperación en la investigación entre académicos, empresas privadas e instituciones públicas de investigación representaban un importante objetivo en este mismo sentido. La intención quedó claramente reflejada en el 7º Plan de Desarrollo Económico y Social que cubría el periodo de 1992 a 1997. El objetivo principal de esta política era impulsar la capacidad de investigación en las

universidades. Las universidades habían sido tradicionalmente institutos de educación con poca actividad de investigación, a pesar de poseer el mayor porcentaje de científicos e ingenieros y concentrar aproximadamente el 80% de los doctores en ciencias e ingeniería. No obstante, recibían sólo un 7% de los fondos del gobierno destinados a I+D.

Otro cambio notable en cuanto a la transferencia de tecnología fue la globalización de las empresas coreanas. Los *chaebol* o grupos empresariales coreanos han sido muy activos a la hora de buscar redes globales y en lo referente a la contratación externa de tecnología. El estudio sobre la construcción tecnológica de Samsung en la producción de semiconductores es un ejemplo de la importancia de los contratos y las redes internacionales.

La política del gobierno respondió para acomodarse a la nueva tendencia de la globalización. El paquete de políticas para adaptarse a la globalización incluye medidas que cubren casi todos los aspectos de la política gubernamental.

- El ámbito científico y tecnológico coreano se encuentra abierto a inversiones extranjeras, aunque existen áreas específicas cuyo acceso a extranjeros está ligeramente restringido.

- El papel de los centros de información tecnológica apoyados por el gobierno se ha sido ampliado. Muchos centros tecnológicos regionales fueron establecidos para ayudar a las pequeñas y medianas empresas.

- Se han incrementado los programas de cooperación internacional de intercambio de científicos e ingenieros de otros países. La cooperación con antiguos países comunistas como Rusia y China recibe especial atención.

- El paquete de políticas de globalización también incluye una reforma de las leyes relacionadas con la protección de la propiedad industrial e intelectual y una aproximación estratégica a la estandarización.

Con el cambio de siglo, el principal objetivo de las políticas de I+D seguía siendo el de construir un avanzado sistema nacional de innovación, en el que interactúen los agentes involucrados: la industria privada, el mundo académico y los centros públicos de innovación y desarrollo. A este respecto,

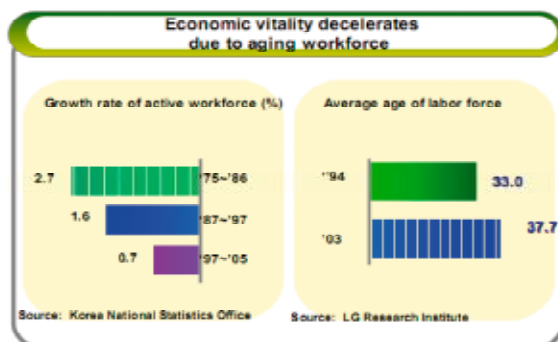
la mejora de la capacidad investigadora de las universidades ha sido un objetivo importante y por ello se han introducido políticas para aumentar su capacidad de investigación. Pero estos esfuerzos sólo han tenido un impacto marginal hasta el momento. La revitalización de la investigación universitaria sigue siendo una importante tarea pendiente para las políticas de I+D en el futuro.

3. Retos y tendencias de la industria nacional

3.1 Tendencias de la industria nacional

Como muestra la Figura 1, a nivel poblacional la tendencia demográfica es alarmante ya que la sociedad coreana, además de envejecida, tiene una de las tasas de natalidad más bajas del mundo. Como consecuencia de esto, la tasa de crecimiento de la población activa se acerca a cero, mientras que la media de edad de los trabajadores aumenta. Por tanto, para seguir siendo competitivos, Corea necesita asegurar la mano de obra para el futuro contemplando medidas como retrasar la edad obligatoria de jubilación, aumentar el número de mujeres trabajadoras, mejorar los incentivos y relajar las restricciones de visado para atraer a trabajadores extranjeros.

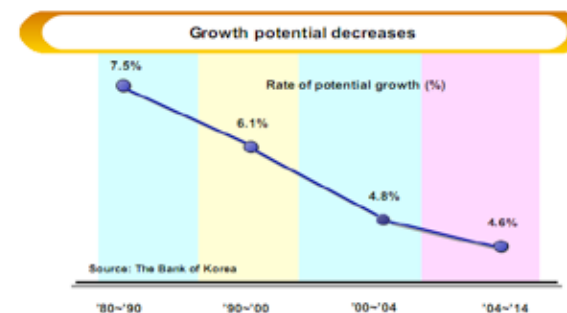
Figura 1. Tasa de crecimiento y media de edad de la población activa



La siguiente figura muestra que el crecimiento potencial de la economía coreana ha ido disminuyendo según la modernización del propio país se ha ido consolidando. La innovación sigue siendo la principal prioridad de la

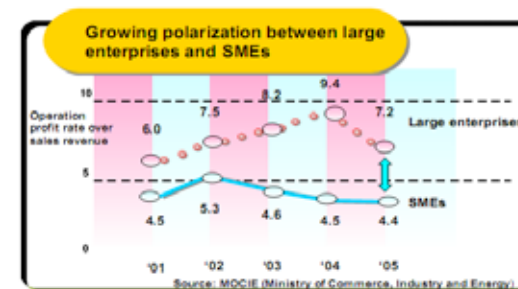
política industrial, con la clara finalidad de seguir siendo competitivos en un mercado global caracterizado por un rápido crecimiento tecnológico.

Figura 2. Tasa del potencial de crecimiento de la economía coreana



La Figura 3 muestra como los grandes conglomerados empresariales obtienen mayores beneficios y son mucho más rentables que las PYME. Asimismo, los empleados altamente cualificados suelen preferir el prestigio, la seguridad y los beneficios que ofrece trabajar para las grandes corporaciones empresariales (por ejemplo Samsung, LG o SK). Además, las PYME no poseen recursos para llevar a cabo políticas de I+D y por tanto suelen beneficiarse de la asistencia gubernamental, que les ofrece programas diseñados por los centros públicos de investigación para fomentar la inversión en I+D a través de asistencia económica y técnica.

Figura 3. Polarización de los beneficios de los grandes grupos empresariales frente a las PYMES



Diez empresas son responsables de dos tercios de la inversión privada en I+D en Corea. Más aún, Samsung Electronics representa el 38.6% de la inversión privada en I+D, tal y como muestra la Tabla 1. Las diez, a excepción de Hyundai Motors y POSCO, se centran en los sectores industriales, de la informática/comunicaciones y de la electrónica. El dominio del sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) por parte de un reducido número de empresas causa cierta preocupación por la excesiva concentración, que ha resultado en un deterioro de los ratios de exportación puesto que otros países también han aumentado la producción en este sector y se ha producido una caída de los precios en el mercado. Estas pérdidas han reducido los ingresos nacionales de Corea en un 14% desde 1998, la mayor pérdida entre los países de la OCDE. Como resultado, el crecimiento de los ingresos nacionales ha sido menor que el crecimiento de la producción.

Tabla 1. Inversión empresarial en I+D

Companies		R&D expenditure (Billion won) (%)	
1	Samsung Electronics	5,410	38.6
2	LG Electronics	1,273	9.1
3	Hyundai Motors	738	5.3
4	Samsung SDI	362	2.6
5	LG Phillips LCD	362	2.6
6	KT	324	2.3
7	Hynix Semiconductor	304	2.2
8	POSCO	295	2.1
9	Samsung Electrical	277	2.0
10	SK Telecom	273	2.0
	Sum	9,618	68.7
	Business sector total	14,002	100.0

Source: STEPI (2006), Korean R&D Scoreboard, Seoul.

En la Tabla 2, se puede observar que en el caso coreano el gasto en I+D y en personal de investigación contratado se acerca al de los países más avanzados. La producción industrial es muy importante si se tienen en cuenta tanto la investigación en tecnologías industriales clave (DRAM, CDMA y FINEX), como el incremento del número de solicitudes de patentes por parte de las empresas coreanas. La Tabla revela que cuatro grandes conglomerados coreanos (Samsung, LG Electronics, Hynix y LG Phillips) poseen el 66% del

número total de patentes registradas en Estados Unidos. A pesar de todo ello, la balanza comercial tecnológica coreana sigue siendo deficitaria.

Tabla 2. Indicadores del gasto y la producción en I+D

Gasto			Japón	Corea	EE.UU
	Inversión en I+D sobre PIB (2005) :		3,33%	2,99%	2,62%
	Personal de investigación (por cada 1.000 habitantes)		10.2	7.5	9.1
Producción	Positivo:	Producción de tecnologías industriales clave como DRAM, CDMA, FINEX.			
		Incremento del nº de solicitudes de patentes por parte de empresas coreanas - Domésticas: 106.000 ('02); 160.000 ('05) - Extranjeras: 2.949 ('03) ; 5.935 ('06)			
	Negativo:	4 grandes empresas coreanas poseen el 66% del número total de patentes registradas en EE.UU: Samsung 1.723; LG Electronics 531; Hynix 358; LG Phillips 321			
		La balanza comercial tecnológica aún es deficitaria			

3.2 Principales retos del desarrollo industrial en Corea

A. Cambiar de la investigación aplicada¹ a la investigación básica²

El gasto en investigación básica en Corea se duplicó pasando de un 6% del gasto del sector privado en I+D en el año 2000 a un 12% cinco años después. Sin embargo sigue siendo menor que en otros países avanzados de la OCDE.

1 Este tipo de investigación también recibe el nombre de práctica o empírica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última

2 También llamada investigación fundamental, pura, teórica o dogmática. Se suele llevar a cabo en los laboratorios. Contribuye a la ampliación del conocimiento científico, creando nuevas teorías o modificando las ya existentes.

El incremento de la investigación básica requiere un mayor protagonismo del sector público, que tradicionalmente se ha centrado en la investigación aplicada. Para aumentar la investigación básica, el gobierno tiene previsto: aumentar el gasto en I+D, de un 0.86% del PIB en 2006 a un 1% para el año 2012; y aumentar la proporción de gasto del gobierno en investigación básica, de un 20% a un 25% del presupuesto de I+D. Pero para lograr un mayor protagonismo de la investigación básica, se deberá superar la inercia de los programas públicos de I+D existentes hasta la fecha (Jones, 2008).

Para incrementar la investigación básica se requerirá además un mayor protagonismo de las universidades, que han estado infrautilizadas en el sistema de innovación coreano. Aunque reúnen a casi un 70% de los investigadores con doctorado (véase la Tabla 3) suponen sólo el 10% del gasto total en I+D en Corea, y sólo realizan una cuarta parte de la investigación básica. Como resultado, la mayoría de las universidades coreanas carecen de infraestructura y tradición investigadora. El primer paso deberá ser lograr un mejor equilibrio en la financiación entre los institutos de investigación gubernamentales y las universidades. De hecho, en 2005, el gasto por investigador en las universidades fue de menos de una cuarta parte del correspondiente a los institutos gubernamentales de investigación (GRI) que reciben más de la mitad del gasto del gobierno, como se muestra en la Tabla 3.

■ Tabla 3. Número de investigadores y gasto en I+D por sectores

	Universities	GRI	Industries	Total
Number of researchers	64,895 (27.6%)	15,501 (6.6%)	154,306 (65.7%)	234,702 (100%)
Number of researchers holding Ph.D. degrees	40,229 (69.4%)	7,452 (12.9%)	10,261 (17.7%)	57,942 (100%)
R&D expenditure (in 100 million won)	23,983 (9.9%)	31,929 (13.2%)	185,642 (76.9%)	241,554 (100%)
Government-financed R&D expenditure (in 100 million won)	18,244 (32.6%)	29,167 (52.0%)	8,637 (15.4%)	56,048 (100%)
R&D expenditure per researcher (in 1000 won)	36,956	154,718	120,308	102,920
<i>Source: MoST and KISTEP (2006), Report on the Survey of Research and Development in Science and Technology, Seoul.</i>				

B. Fortalecer la cooperación en I+D entre gobierno, universidades y empresas

La cooperación entre el sector público y el sector privado en materia de I+D mejora el rendimiento de la innovación. Establecer lazos - mediante la investigación conjunta, intercambios de personal, acuerdos de patentes o licencias de tecnología - requiere que el gobierno sepa responder a la rápida evolución del proceso de innovación y a las necesidades empresariales. Mientras que la colaboración entre profesionales de I+D ha ganado importancia en la mayoría de los países de la OCDE, la interfaz gobierno-universidad-empresa en Corea sigue siendo débil. Los GRI y las universidades lo atribuyen a una falta de capacidad tecnológica en el sector empresarial y a una falta de interés por la difusión de la tecnología, mientras que las empresas se quejan de la incapacidad de los GRI y universidades para resolver los problemas técnicos a los que se enfrentan.

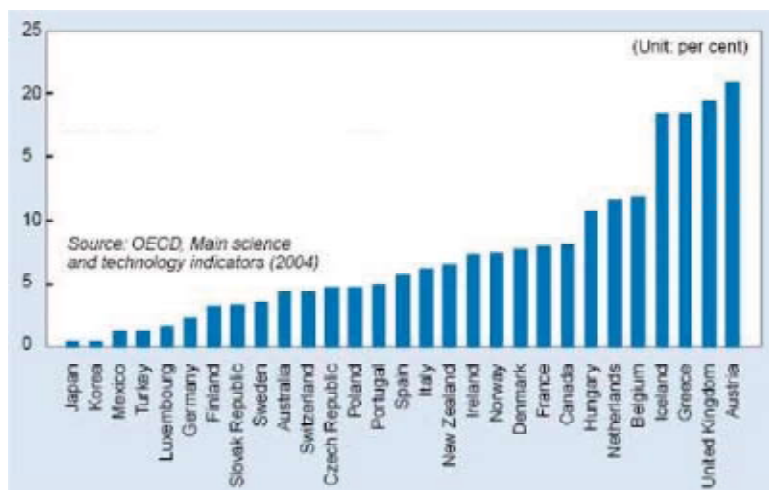
Como consecuencia, sólo un 6% de las patentes nacionales archivadas en el año 2005 fueron el resultado de proyectos de cooperación. Además, los lazos entre el gobierno, las universidades y las empresas parecen estar debilitándose. El gasto en I+D en universidades financiadas por empresas privadas descendió de un 2,4% en 2000 a un 2% en 2005, y en los GRI pasó del 1,3 % al 0,6%. Asimismo, dado que la transferencia de conocimiento y tecnología tienen lugar en gran medida a través de las personas, es importante asegurarse que el marco regulador y el mercado laboral facilitan una mayor movilidad.

C. Reforzar la cooperación internacional en materia de innovación

A pesar de que las empresas coreanas habían instalado unos 60 centros de I+D en el extranjero con anterioridad a 2005, la colaboración internacional es escasa. La inversión extranjera sólo financió un 0,4% de las actividades de I+D en Corea en 2003, el menor porcentaje junto con Japón (véase la Figura 4). La escasa inversión extranjera directa en materia de I+D en Corea, que en el pasado había estado restringida, es una de las razones de la falta de relaciones con el extranjero. El aislamiento internacional puede limitar los horizontes para el progreso tecnológico, puesto que la cooperación transfronteriza es cada vez más importante en el campo de la innovación.

El gobierno ha lanzado varios programas con el objetivo de estimular los lazos con el exterior. Más importante, sin embargo, para la internacionalización de las inversiones en I+D es el establecimiento de un sistema científico de alto nivel, incluyendo excelentes unidades de investigación, una infraestructura altamente desarrollada y un suministro de recursos humanos altamente cualificado.

Figura 4. Inversión de los países de la OCDE en proyectos internacionales de I+D



D. Diversificar la inversión en I+D

La elección de industrias estratégicas podría llevar al fracaso de la política científica del gobierno. La experiencia del auge de la Industria Química y Pesada en Corea, que durante los años 70 concentró buena parte de las ayudas gubernamentales, ilustra los riesgos de un excesivo proteccionismo estatal sobre determinadas industrias. Los riesgos podrían incluso ser mayores actualmente, dado que la globalización y el continuo cambio tecnológico hacen que sea más difícil anticipar con exactitud qué áreas serán las más importantes en el futuro.

Un análisis de los costes y de los riesgos sugiere que hay ventajas en la diversificación de la inversión en I+D. Sin embargo, las diez industrias

estratégicas identificadas por el gobierno dentro del Programa de I+D como los futuros motores del crecimiento tecnológico, muestran una clara preferencia por el sector de las TIC.

Asimismo, el programa que debe ser el motor del crecimiento de la economía coreana se centra en industrias clave de fabricación, como la automoción, los semiconductores, las pantallas de ordenador y los aparatos de telecomunicación móvil. Este enfoque tiende a mantener el énfasis en la fabricación a expensas del sector servicios. Aunque el sector servicios produce un 57% del valor añadido de la economía coreana, representa menos del 10% de I+D empresarial, muy por debajo del 28% de media en la OCDE y el 36% en los Estados Unidos. El bajo nivel de inversión en I+D en el sector de los servicios en Corea contribuye a la gran diferencia entre los sectores de la fabricación y el de los servicios. Asimismo, una política preferencial de ayudas también podría aumentar la diferencia entre los grandes conglomerados y las pequeñas y medianas empresas, ya que las áreas de prioridad son establecidas por las primeras (Jones, 2008).

E. Asegurar una oferta laboral altamente cualificada

Asegurar la mano de obra cualificada es un ingrediente clave para una economía basada en el conocimiento. El historial de Corea en cuanto a la ampliación de las matrículas de los estudiantes de todos los niveles y su rendimiento en pruebas internacionales, como el estudio PISA de la OCDE, es destacable. El gasto en educación en Corea, de un 7,2% del PIB en 2004, está muy por encima de la media de los países de la OCDE, situado en un 2,8% del PIB.

Sin embargo, hay un descontento generalizado con el sistema educativo y con la calidad de la educación universitaria, que se considera muy baja. El gasto por estudiante en educación de tercer nivel (estudios de postgrado) sumaba menos de 1.000 dólares americanos, una cifra muy baja en comparación con la media de la OCDE de unos 8.000 dólares americanos. Además de mayor financiación, la desregulación, una mayor transparencia en cuanto al rendimiento de cada universidad y el incremento de la presencia de instituciones extranjeras que puedan operar en Corea, son factores que fortalecerían la competencia. Permitir una competencia más fuerte contribuiría

a dar marcha atrás al declive de la calidad y a incrementar la eficiencia en el ámbito universitario coreano (Jones, 2008).

4. Objetivos de las políticas industriales y energéticas de I+D

4.1 Objetivos de las políticas industriales de I+D

A. Desarrollo de tecnología industrial estratégica

La orientación de la estrategia de I+D en tecnología industrial conlleva un plan de “selección y concentración” de la inversión en aquellas áreas de “Tecnología Altamente Avanzada” que deben convertirse en los motores del crecimiento tecnológico del país. En este sentido, se han seleccionado quince categorías tecnológicas estratégicas de acuerdo a la necesidad nacional (véase la tabla 4). Para fomentar estas industrias se han creado diferentes paquetes de ayudas en función de cada tecnología estratégica. El paquete de apoyo incluye: un programa de I+D, un programa de construcción de infraestructuras y un programa de recursos humanos.

Tabla 4. Áreas tecnológicas estratégicas

Industrias tradicionales	Industrias emergentes	Otras industrias
Semiconductores	Biotecnología	Nanotecnología
Automóviles	Robótica	Manufactura
Astilleros	Convergencia digital	Tecnologías limpias
Textil	Instrumentos médicos	Servicios de conocimiento
Procesos y materiales químicos		
Materiales metálicos		
Sistemas de fabricación		

B. Fomento de I+D relacionado con la calidad de vida

El presupuesto de I+D se invierte intensa y progresivamente en tecnologías relacionadas con la calidad de vida, como los instrumentos médicos de próxima

generación y el desarrollo de tecnologías destinadas a las personas de avanzada edad y a los que sufren alguna discapacidad o malformación. La ayuda tecnológica en este campo proporciona apoyo para la certificación y estandarización de los productos, y ofrece incentivos para la comercialización de los mismos.

C. Innovación en las PYMES

Se ofrece apoyo en materia de I+D a las empresas de acuerdo a su tamaño y características. Se les ofrece oportunidades para que participen en grandes proyectos a largo plazo y se les anima a formar asociaciones con institutos de apoyo a la investigación. También se les ofrecen más oportunidades para participar en la planificación de I+D en tecnologías estratégicas.

D. Establecimiento de un sistema regional de innovación

La política concede máxima prioridad al “desarrollo nacional equilibrado”, para combatir la concentración de la actividad de I+D en la zona de Seúl. La política ha sido recientemente codificada en el Plan Quinquenal para un Desarrollo Nacional Equilibrado (véase Tabla 5).

Las regiones de Corea jugarán un papel más activo en el desarrollo económico a medida que el país se descentraliza en un intento de equilibrar y difundir el progreso tecnológico y el crecimiento económico. Por ejemplo, se han creado varias Agencias de Innovación Regional y se han establecido quince Parques Tecnológicos (PT) y 35 Centros Regionales de Innovación Tecnológica (CRIT) para crear una red completa de innovación tecnológica regional. A través de los PT se provee de un sistema de apoyo para el desarrollo de la tecnología regional, la formación de mano de obra cualificada y la transferencia de tecnología.

Tabla 5. Plan de Política Regional de Corea

Plan / Periodo	Objetivo	Estrategia de Aplicación
1er Plan 2004-2008	Crear y expandir la innovación	Establecer un sistema regional de innovación Fomentar los clusters de innovación Transferir centros públicos de I+D a áreas locales

Plan / Periodo	Objetivo	Estrategia de Aplicación
2º Plan 2009-2013	Establecimiento de la innovación	Promover el desarrollo industrial de próxima generación como sector clave del crecimiento económico Formar parte de la red de clusters tecnológicos a nivel mundial Construir un nuevo complejo administrativo
3º Plan 2014-2018	Innovación avanzada	Potenciar el sistema regional de innovación Competir con los principales clusters a nivel mundial Maximizar el potencial nacional de crecimiento

Fuente: www.pcbnd.go.kr in OECD (2006a)

E. Eficiencia en la inversión en I+D

Un comité técnico gestiona cada campo tecnológico estratégico y está a cargo de la planificación preliminar. La planificación debe desarrollarse durante un mínimo de seis meses antes de su implementación. El resultado es una mayor especialización en la evaluación y en la gestión. La financiación de proyectos está sujeta a modificaciones según los resultados de las comprobaciones sistemáticas y de las evaluaciones de las distintas etapas de implementación.

F. Fomento de la comercialización de I+D

Se introducirá un programa especial que vincule la inversión en I+D con la comercialización de los logros obtenidos. Para ello se llevarán a cabo análisis de rentabilidad y estudios sobre patentes y hojas de ruta tecnológicas. Asimismo se establecerá una organización para las evaluaciones tecnológicas y para facilitar la comercialización de I+D, y se creará un “Fondo de Inversión para el Comercio Tecnológico” y un “Fondo de Tecnología Global”.

G. Formación de capital humano altamente cualificado

El sistema universitario coreano necesita reformas para adaptarse mejor a las necesidades de las empresas. El gobierno anima a las universidades a

colaborar con la industria para reflejar mejor las necesidades de la empresa en los cursos académicos. Además, las universidades deberán iniciar cursos especiales que incorporen un sistema de obtención de créditos mediante prácticas en empresas, lo que ayuda a interrelacionar el aspecto teórico y práctico de la enseñanza.

H. Fortalecimiento de la cooperación internacional

Figura 5. Esquema del programa bilateral de cooperación en I+D



Corea necesita reformular su política industrial si desea estar en sintonía con el resto del mundo. La rectificación de la política de innovación industrial coreana de hace décadas conlleva incorporar los siguientes cambios. Primero, existe la necesidad de expandir la cooperación tecnológica a nivel internacional. Como enfoque estratégico para llevar a cabo la cooperación, buscamos proyectos piloto conjuntos de I+D tras el establecimiento de acuerdos bilaterales (véase Figura 5). Cada país concede fondos a sus propias empresas o universidades de acuerdo a sus propias políticas y regulaciones para participar en proyectos internacionales, al tiempo que se crea el marco propicio de colaboración mediante la firma de acuerdos de cooperación. Segundo, el gobierno debe atraer a Corea centros de I+D internacionales,

utilizando incentivos económicos como ayudas y exenciones fiscales. Los clusters de I+D internacionales pueden desempeñar un importante papel a la hora de fomentar la formación de científicos y el desarrollo conjunto de tecnología innovadora. Tercero, el gobierno debe apoyar la formación en el extranjero de científicos en materia de idiomas, universidades, leyes y otros campos, para que puedan resultar más competitivos y puedan enfrentarse mejor a las exigencias de la cooperación tecnológica internacional.

4.2 Directrices generales de las políticas energéticas

4.2.1 Cambio de paradigma en el sector energético

En el pasado, las políticas se centraban en establecer una oferta y demanda estable para el crecimiento económico y para una mayor calidad de vida. A causa de la creciente demanda de energía y la preocupación por el medio ambiente, las políticas energéticas ahora tienen como objetivo asegurar el desarrollo sostenible, teniendo en cuenta tanto el crecimiento económico como la protección medioambiental (véase la Figura 6).

Figura 6 Nuevo paradigma de la política energética



El sector energético a nivel mundial está sufriendo una fuerte reestructuración, por un lado se está produciendo la liberalización del sector en detrimento de los monopolios estatales, y por otro, se está creando una red de cooperación energética global en el que la interdependencia energética de los países adquiere más relevancia. En este sentido, Corea, que en el pasado era autosuficiente energéticamente, se ha unido a la red de cooperación energética del nordeste asiático.

4.2.2 El papel del gobierno en el nuevo paradigma

En el nuevo paradigma, la oferta y la demanda, así como los precios de la energía en los que anteriormente intervenía el gobierno directamente, se regirán por la libre competencia del mercado. El gobierno llevará a cabo funciones de apoyo y se ocupará de factores de influencia externa que el mercado no puede resolver, incluyendo la protección medioambiental, la conservación energética y las crisis energéticas, a través de medidas como impuestos y asignación de recursos económicos (*Ministry of Knowledge Economics*, 2008).

La energía está estrechamente relacionada con la seguridad nacional y se clasifica como categoría de bien público. Por tanto, la intervención gubernamental en el mercado para asegurar una oferta y demanda estable de energía es inevitable. En todo caso, la intervención gubernamental se limitará a un nivel mínimo y para casos específicos para no distorsionar el funcionamiento del mercado.

El gobierno garantiza un suministro estable de energía de cara a una posible crisis energética, y para lograrlo se precisa de lo siguiente: el establecimiento de regulaciones estratégicas para la justa competencia en el mercado, el almacenamiento de energía, la provisión de energías renovables, una inversión en I+D de medio a largo plazo para la tecnología energética, protección medioambiental y cooperación energética a nivel internacional.

El gobierno debe llevar a cabo una reestructuración individualizada de cada una de las industrias energéticas de acuerdo a las particularidades propias de cada industria. En todo caso, el gobierno tendrá en consideración lo siguiente:

- La reestructuración debe llevarse a cabo gradualmente, por etapas, teniendo en cuenta los efectos sobre la economía nacional.
- La orientación y los plazos de la reestructuración deben realizarse de modo que el sector energético pueda prepararse para los cambios.
- La autonomía y creatividad de los agentes del mercado deberá ser respetada.
- La armonización entre los intereses de las industrias energéticas y el sistema energético en su conjunto deberán tenerse en cuenta.

4.2.3 Directrices y estrategias de la política energética

Visión de las políticas energéticas en el año 2010: Corea Sostenible, Eje del Nordeste Asiático (*Ministry of Knowledge Economics*, 2008).

A. De una política pública a una política de libre mercado

Países avanzados como Reino Unido y Alemania fomentan la liberalización del sector energético, abaratando así los precios de la energía e impulsando la competitividad en la industria energética. Actualmente, Corea también está fortaleciendo la competitividad de la industria energética mediante la privatización y la reestructuración.

B. Consumo energético responsable

El aprovisionamiento de energía es cada día más complicado debido al encarecimiento de los precios, al endurecimiento de las regulaciones internacionales en cuanto a energía y a la oposición de los residentes locales a las instalaciones de suministro energético. Para resolver esta situación, es necesario concienciar a la población sobre el consumo energético responsable.

C. Estrategias energéticas sectoriales

En las industrias del petróleo, el gas y el carbón, el gobierno fomentará la competitividad facilitando el libre mercado. En cuanto al desarrollo de la energía nuclear y las energías renovables, así como la explotación de recursos energéticos exteriores, el gobierno llevará a cabo planes nacionales estratégicos.

Figura 7. Visión de la industria energética del Siglo XXI



5. Conclusiones finales

A través de la presentación de las directrices generales de las políticas coreanas para el sector industrial y para el sector energético, hemos querido mostrar cómo las políticas de I+D han pasado de ocupar una posición poco destacada a ser de vital importancia para el desarrollo de las áreas estratégicas. Básicamente, se han seleccionado quince áreas o industrias de desarrollo tecnológico estratégico de acuerdo a las necesidades nacionales y se ha escogido un nuevo modelo de ayudas gubernamentales en forma de

paquetes de políticas adecuadas a cada una de las industrias tecnológicas estratégicas.

Con la actual política industrial de I+D, el gobierno ha llevado a cabo una planificación estratégica para determinar qué proporción del presupuesto se asignaría al desarrollo de las tecnologías y gran parte del presupuesto se ha destinado a incentivar a la industria coreana para que invierta precisamente en esas áreas tecnológicas estratégicas establecidas por el gobierno, promoviendo la investigación innovadora en estos campos, más allá de lo que pueda ser la imitación, adaptación o mejora de tecnologías extranjeras.

Para ello se han creado Agencias de Innovación Regional, Parques Tecnológicos y Centros Regionales de Innovación Tecnológica (CRIT) para establecer una red completa de innovación tecnológica regional, dado que la política de I+D también concede gran importancia al “desarrollo tecnológico nacional equilibrado” para combatir la concentración de la actividad en la región de Seúl. De esta forma, las regiones de Corea deben jugar un papel más activo en el desarrollo económico del país a medida que se descentraliza el progreso tecnológico.

Por lo que se refiere al sistema energético de Corea, si bien en el pasado era hermético y controlado por un monopolio estatal sin ningún tipo de cooperación con países vecinos; ahora se encuentra en pleno proceso de apertura, en sintonía con el progreso de la cooperación energética en Asia Nororiental y las renovadas relaciones intercoreanas. El desarrollo de la tecnología en el ámbito energético se ha convertido en un factor clave para la competitividad.

Finalmente, consideramos que se puede minimizar el riesgo de fracaso en las inversiones en proyectos de I+D mediante el refuerzo de procedimientos de planificación y de evaluación de la gestión. La política de I+D brinda la oportunidad de que el sector privado se involucre en la planificación de las políticas de I+D y en la asignación de los presupuestos y ayudas gubernamentales, y también ofrece la oportunidad de promover activamente la interacción entre el sector privado y público en proyectos de investigación conjuntos.

6. Referencias

Ernst and O'Conner , *Competing in the Electronics Industry-The Experience of Newly Industrializing Economies*, 1992 p.37.

Jones, Landall S, *The Korea Herald*, 2008

Kim, Chuk Kyo, *Industrial Development Strategy for Indonesia: Lessons from Korean Experience*, KDI Policy recommendation paper, 2004.

Lee, Sunghoo, Kim, Sidong, and Han, Sung-Ho, *Industrial Policy of Korea. Seoul: Korea Institute for Industrial Economics and Trade*, 1989 (en coreano).

Lee, Jaymin, “Dynamic Comparative Advantage and Korea's Industrial Policy.” *In Industrial Policy in Korea and the EU*, editado por Park Tae-Kyu, y Roy K. Wilkinson. Seoul: Yonsei University Press, 1995

Lee, Won-Young, *The Role of Science and Technology Policy in Korea's Industrial Development*, Presentado en el *Science & Technology Policy institute, Simposio internacional: “Innovation and Competitiveness in Newly Industrializing Economies”*, Seoul, Korea, May 26-27, 1997

Lee, Hee Duk and Choi, Gyoung-Gyu, *The IT Industry in Korea: A Perspective of the Experience of Rapid Growth*, Korea Institute for Industrial Economics & Trade. Seoul, Korea, 2001.

Mah, Jai S., *Journal of Economic Issues JOURNAL OF ECONOMIC ISSUES* Vol. XLI No. 1 Marzo 2007 *Industrial Policy and Economic Development: Korea's Experience*, 2007.

Mihn, Kyoung Hwie, *Korean Industrial Policy in an Era of Globalization*, KIET Occasional Paper No. 42, March 2001, p.11

Ministry of Knowledge Economics, <http://www.mke.go.kr/language/eng/main.jsp>, 2008.

Oh, Wonchul, *The Korean Model of Construction of the Economy: The Engineering Approach*, Vol. 1-4, Seoul: Kia Economic Research Institute, 1996 (en coreano).

Consortio Casa Asia



Ajuntament de Barcelona



Estudio elaborado para Casa Asia por:

Masuo Aizawa, miembro ejecutivo del Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas, Oficina del Consejo de Ministros de Japón.

Laxman Prasad, asesor del National Science and Technology Management Information System (NSTMIS), departamento de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la India

Moon Su-Yeon, doctor e investigador de la División de Cooperación Tecnológica Internacional, Departamento de Estrategia y Planificación Tecnológica del Korea Institute of Industrial Technology Evaluation and Planning (ITEP).

Zeng Guoping, profesor y director del Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad de Tsinghua (Pekín)

Edición, producción y coordinación:

Cristina Montiel Barragán, Guillermo Martínez Taberner

Maquetación y diseño:

Ingogroup, impresión y diseño, S.A.

Políticas de I+D en Asia

Japón, India, China y Corea del Sur

Estudio realizado para Casa Asia por:

Masuo Aizawa, miembro ejecutivo del Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas, Oficina del Consejo de Ministros de Japón.

Laxman Prasad, asesor del National Science and Technology Management Information System (NSTMIS), departamento de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la India.

Moon Su-Yeon, doctor e investigador de la División de Cooperación Tecnológica Internacional, Departamento de Estrategia y Planificación Tecnológica del Korea Institute of Industrial Technology Evaluation and Planning (ITEP).

Zeng Guoping, profesor y director del Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad de Tsinghua (Pekín).



CASA ASIA



Casa Asia · Palacio Baró de Quadras

Av. Diagonal 373
08008 Barcelona

T: 93 368 03 20
F: 93 368 03 33

casaasia@casaasia.es
www.casaasia.es