

# Políticas de Investigación y Desarrollo en Asia: de la imitación de tecnologías al liderazgo global

Amadeu Jensana

Director del Círculo de Negocios de Casa Asia

## Síntesis

Los países asiáticos han adoptado, con algunas excepciones, un patrón de evolución económica bastante parecido al modelo que Japón inició en los años cincuenta con excelentes resultados. Dentro de este patrón, la educación y el desarrollo tecnológico han sido dos de los principales pilares que han sustentado el crecimiento y ofrecido las posibilidades de desarrollo futuro. Así, partiendo de una etapa más o menos larga de persecución tecnológica y copia se alcanza otra de liderazgo, dando cada vez más valor añadido a las exportaciones. Japón o Corea del Sur se encuentran claramente en el grupo de países de liderazgo, mientras China o India forman un segundo bloque de países cuyos avances están siendo espectaculares, especialmente en el primer caso. El estudio de modelos como Singapur, por otra parte, resulta también de gran interés debido a la gran capacidad de selección y priorización que se ha llevado a cabo sólo en aquellas áreas donde la apuesta tecnológica puede resultar más rentable. En este artículo analizaremos algunos de los parámetros que nos pueden ayudar a entender la situación de la I+D en Japón, Corea del Sur, China y Singapur, además de aventurar algunas conclusiones comunes que, ya sea en un sentido positivo o negativo, podemos extraer de dicho análisis.

## Asia y la innovación: aspectos transversales

### Personal dedicado a la investigación

Uno de los parámetros utilizados para medir el potencial tecnológico de un país es el análisis del número de investigadores en el mismo, sumando aquellos que realizan su labor en centros de investigación privados, públicos, empresas y universidades.

Tal y como podemos observar en la Tabla 1, el número total de investigadores en Estados Unidos y China es muy parecido; sin embargo, si tenemos en cuenta el peso del personal investigador en relación con el número total de habitantes podremos observar que las diferencias entre ambos países son aún notables. No obstante, en China desde el año 2000

el número de investigadores ha crecido del orden del 10% anual. Las grandes compañías multinacionales han contribuido a este ritmo de crecimiento, deslocalizando la I+D a causa de los menores costes y la necesidad de adaptación de los productos a un mercado diferente, aunque por motivos de seguridad suele mantenerse la actividad investigadora más avanzada en los países de origen.

Japón, por su parte, tiene el mayor número de investigadores por 1.000 habitantes de entre los países analizados, y a nivel mundial tan sólo es superado por Finlandia y Suecia, países con una larga tradición de búsqueda del alto valor añadido y con mucha menor población. En el caso japonés, como veremos más adelante con mayor detalle, no todas las iniciativas han sido ejemplos de éxito.

Por su parte, Corea del Sur se encuentra en una situación ligeramente por debajo de Japón, debido fundamentalmente a la menor aportación del sector privado.

Por último, cabe mencionar que España se encuentra, con respecto a los países desarrollados en Asia (Especialmente Japón o Corea del Sur) en una situación de inferioridad, tanto por lo que respecta al número de investigadores como al de recursos financieros disponibles.

Una de las principales razones de esta diferencia estriba en la estructura industrial de los diferentes países analizados: mientras Japón o Corea del Sur disponen de grandes empresas industriales que necesitan realizar un tremendo esfuerzo en I+D para poder subsistir (se trata de las grandes multinacionales de sectores como la electrónica de consu-

**TABLA 1. Personal dedicado a I+D (2006)**

País	Total	Por 1.000 habitantes
Estados Unidos	1.387.882	9,5
China	1.223.756	1,6
Japón	709.691	11,1
Corea del Sur	199.990	8,7
España	115.798	5,8

Fuente: OCDE

mo, la automoción, el *hardware* informático, etc.), en el caso español no se da esta circunstancia.

Buena prueba de ello la tenemos en el esfuerzo comparativo que realiza el sector público y el privado en los respectivos países: mientras que en Corea del Sur y Japón entre el 75 y el 80% aproximadamente del gasto total en investigación proviene del sector privado, en el caso español su peso es mucho menor.

### Gasto en I+D en relación al PIB

El parámetro más utilizado para efectuar una primera aproximación al esfuerzo inversor que un país realiza en investigación, se obtiene del porcentaje que la investigación representa como porcentaje del Producto Interior Bruto (PIB).

Podemos observar como existe una cierta correlación entre el número de investigadores y el gasto en I+D en los países desarrollados, mientras en los países en vías de desarrollo los menores salarios posibilitan que haya un mayor número de investigadores con un gasto más modesto.

Una vez más, Japón y Corea del Sur realizan un mayor esfuerzo inversor superando a Estados Unidos y a los principales países europeos, cuya media de gasto en relación al PIB es del 1,74% (algo más de la mitad de Japón, aproximadamente). Además de Finlandia o Suecia, tan sólo Suiza, Alemania, Austria y Dinamarca se aproximan a los dos países punteros en Asia antes mencionados. España se encuentra nuevamente en desventaja en relación con los países de Asia –y también con los de la Unión Europea–, con un esfuerzo en relación al PIB casi tres veces inferior al realizado por Japón.

Por lo que respecta a China, el avance es una vez más, espectacular, y destaca enormemente el hecho de que, siendo todavía un país en vías de desarrollo en muchos aspectos,

**TABLA 2. Gasto en I+D en relación al PIB (2006)**

País	Porcentaje
Suecia	3,82%
Japón	3,33%
Corea del Sur	2,98%
Estados Unidos	2,62%
Alemania	2,51%
Francia	2,12%
EU 27	1,74%
China	1,43%
España	1,12%
India	0,69%

Fuente: OCDE

haya alcanzado una cifra del 1,43% de gasto en I+D en relación al PIB, que se encuentra muy por encima de otros países más desarrollados y con mayor renta per cápita, como Italia o Portugal.

India sale malparada de la comparación si atendemos al gasto como porcentaje del PIB; se encuadra todavía en una situación muy precaria en este campo, debido a que la aportación pública es todavía reducida y la privada se concentra en un número minúsculo de empresas punteras de las áreas de tecnologías de la información y biotecnología.

### Asia y la propiedad intelectual: las patentes

El volumen de patentes nos ofrece también un parámetro con el que medir el nivel de concreción y realización de la actividad investigadora en un determinado país. Si bien es cierto que no todas los avances tecnológicos se patentan y que parte de la actividad innovadora y de mejora de procesos no llega a reflejarse directamente en el ámbito de la propiedad intelectual, lo cierto es que, tal y como podremos observar a continuación, existe una importante correlación entre la inversión y el esfuerzo que un país dedica a la I+D y el número de patentes que se registran en sus oficinas.

Tal y como ha sucedido en las últimas dos décadas, Japón y Estados Unidos lideran con diferencia el ámbito de las patentes tanto por lo que respecta al número de solicitudes como al de concesiones, lo cual resulta lógico si tenemos en cuenta la enorme actividad innovadora desarrollada por sus empresas y gobiernos.

Sin embargo, cabe destacar muy positivamente la evolución de países como China, cuyas oficinas acogieron más del 7% de las solicitudes de patentes a nivel mundial, mientras hace tan sólo una década su actividad en este ámbito era prácticamente nula. También Corea del Sur ha aumentado significativamente su actividad, y teniendo en cuenta el PIB del país (más bajo que el de Japón o Estados Unidos), este avance resulta aún más relevante.

Si atendemos al porcentaje de residentes en cada país que solicita las patentes, veremos como en los casos de Japón y Corea del Sur es especialmente bajo, lo cual indica un deficiente grado de internacionalización del sistema de I+D, tal y como analizaremos con más detalle a la hora de revisar los planes de innovación de cada país por separado. Sin embargo, en China y especialmente en India, este porcentaje es mucho más alto debido esencialmente a la actividad investigadora de compañías multinacionales.

De nuevo, la actividad a nivel de patentes en España queda muy lejos de la media de los países asiáticos. Si bien Japón es un país con PIB mucho mayor, la comparación con Corea

**TABLA 3. Número de solicitudes y concesiones de patentes por oficinas de patentes (2006)**

País	Nº de solicitudes	Porcentajes de residentes	Nº de concesiones
EEUU	425.966	52,1%	173.770
Japón	408.674	84,9%	141.399
China	210.501	58,1%	57.786
Corea del Sur	166.189	75,5%	120.790
Alemania	60.585	79,2%	21.034
Oficina europea de patentes	135.231		62.780
India	24.505	18,4%	4.320
España	3.427	90,8%	2.165

Fuente: *WIPO World Patent Report (2006)*

del Sur, cuya población y nivel de riqueza es más equiparable, muestra una clara diferencia a favor del país asiático. Sin embargo, debemos tener en cuenta que una parte de la actividad de patentes españolas se tramita a nivel europeo.

Un segundo parámetro que puede darnos una referencia sobre la actividad internacional de patentes de los diferentes países es el número de aplicaciones recibido a través del Tratado de Cooperación en Patentes (en inglés, PCT)<sup>1</sup>. Este sistema simplifica de forma notable la posibilidad de patentar en diferentes países un mismo invento, por lo que es utilizado de forma extensiva por los diferentes agentes involucrados en la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, a nivel global.

Del análisis de los datos que nos ofrece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (en inglés, WIPO), podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Estados Unidos, Japón y Alemania son los países que se han mostrado más activos en su uso del Tratado. Una vez más, el peso de sus empresas multinacionales es determi-

**TABLA 4. Solicitud de patentes en el PCT por residencia del solicitante (2007)**

País	Nº de solicitudes	Incremento año anterior
EEUU	52.280	2,63%
Japón	27.731	2,58%
Alemania	18.134	8,38%
Corea del Sur	7.061	18,79%
Francia	6.370	2,05%
China	5.456	38,09%
Italia	2.927	7,77%
España	1.143	-4,59%
India	686	-17,45%

Fuente: *WIPO*

nante en este aspecto. No obstante, el aumento en la actividad en estos países en comparación con años anteriores es muy escaso.

- Corea del Sur y China, por su parte, experimentaron espectaculares avances en el número de solicitudes presentadas. Corea del Sur, que en 2003 había presentado algo menos de 3.000 patentes, llegó a las 7.000 patentes en 2007. Por su parte, China pasó de 1.295 a 5.456, en el mismo período. Si comparamos nuevamente estos resultados a nivel mundial, veremos como China ha sido el país que más ha aumentado proporcionalmente su actividad en el marco del PCT.

- Si atendemos a los sectores de actividad, veremos como las telecomunicaciones (10,5%), las tecnologías de la información (10,1%) y los sectores químico y farmacéutico (9,35%) constituyen los principales sectores a los que se otorgan patentes en el marco del PCT.

- Por último, resulta de gran interés conocer las principales empresas que solicitan la aprobación a través del PCT, al constituir un importante indicador de la actividad en I+D existente en estas compañías. El cuadro de las 20 primeras compañías es el siguiente:

**TABLA 5. Principales empresas solicitantes de patentes en virtud del Tratado de Cooperación en Patentes (2007)**

Empresa	País de origen	Patentes solicitadas
Matsushita	Japón	2.100
Phillips	Holanda	2.041
Siemens	Alemania	1.644
Huawei	China	1.365
Robert Bosch	Alemania	1.146
Toyota	Japón	997
Qualcomm	EEUU	974
Microsoft	EEUU	845
Motorola	EEUU	824
Nokia	Finlandia	822
BASF	Alemania	810
M Innovative Properties	EEUU	769
LG Electronics	Corea del Sur	719
Fujitsu	Japón	708
Sharp	Japón	702
NEC	Japón	626
Intel	EEUU	623
Pioneer	Japón	611
IBM	EEUU	606
Samsung	Corea del Sur	598

Fuente: *WIPO*

Resumiendo: 6 de las 20 primeras empresas son de nacionalidad japonesa, 6 son norteamericanas, 3 alemanas, 2 surcoreanas y 1 china.

## Los planes de ciencia y tecnología en diferentes países asiáticos

### I+D en Japón

Se trata sin duda de uno de los países líderes mundiales en investigación y desarrollo, tanto por la excelencia tecnológica que ha alcanzado en los últimos años, como por los recursos económicos y humanos dedicados a esta materia o el número de patentes y artículos científicos publicados anualmente, tal y como hemos visto en anteriores apartados.

Tras la Segunda Guerra Mundial el país empezó un proceso de modernización y desarrollo basado en una gradual mejora tecnológica de sus productos, comenzando por un proceso de *catch up* tecnológico donde las grandes compañías intentaban alcanzar el nivel tecnológico que tenían sus competidores occidentales.

Japón ha destacado también por la gran efectividad de la innovación en aspectos relacionados con la productividad, especialmente en la aplicación de sistemas de optimización de la empresa, de los cuales el más conocido es el *kaizen* o sistema de mejora continua. A través de la colaboración entre empresas y centros de mejora de la productividad se han logrado optimizar sistemas de trabajo que posteriormente han sido imitados en el resto del mundo. Este es el caso de la estrategia de producción conocida como *just in time*, basada en una minimización de los stocks que obliga a las compañías subsidiarias a producir sin defectos y mejorar los tiempos de entrega de forma que las compañías que lo aplican acaban optimizando todo el proceso productivo. No obstante, esto entraña un riesgo, ya que el hecho de que todas las partes involucradas deban de funcionar de una forma sincronizada genera el riesgo de colapso en caso de que una de ellas no cumpla con su parte. Esto hace que la estrategia del *just in time* sea a veces difícil de aplicar, especialmente si en el mismo proyecto deben de trabajar entidades de diferentes países, que mantienen un contacto directo esporádico y que pueden estar engarzadas en entornos culturales (también en cuanto a cultura del trabajo, la puntualidad y compromiso) muy distintos.

Otro aspecto a considerar en el caso japonés es el del papel que los centros de investigación públicos y las universidades

han tenido en el campo de la investigación más básica, donde la inversión pública ha sido muy elevada. Si bien es sabido que Japón ha atravesado severas dificultades económicas durante los últimos veinte años, los presupuestos públicos en ciencia y tecnología no han disminuido; más bien al contrario, han ido en aumento en los sucesivos planes aprobados por el gobierno.

Aun teniendo muchos condicionantes a favor, no podemos decir que los resultados de la política científica y tecnológica hayan sido siempre óptimos, debido a la existencia de ciertas disfunciones que, sin embargo, no son endémicas del modelo japonés, sino que han sido observadas en otros muchos países.

### Fortalezas y debilidades del modelo japonés de I+D

Destacaremos a continuación algunas de las fortalezas del modelo, que pueden servir de ejemplo de utilidad para el diseño e implementación de políticas públicas de I+D:

- La máxima prioridad que el Gobierno concede al desarrollo científico y tecnológico del país, considerándolo como uno de los principales pilares sobre los que edificar el progreso futuro del país. En coherencia con ello, los planes científicos y tecnológicos están bien dotados presupuestariamente, el número de investigadores es elevado y los resultados (como el nivel de patentes solicitadas o los artículos científicos en publicaciones de prestigio, entre otros indicadores) son en general positivos. Existe, por tanto, un compromiso a largo plazo para que Japón sea una potencia en ciencia básica.

**“ Si bien es sabido que Japón ha atravesado severas dificultades económicas durante los últimos veinte años, los presupuestos públicos en ciencia y tecnología no han disminuido; más bien al contrario, han ido en aumento en los sucesivos planes aprobados por el gobierno.”**

- El sector privado empresarial, por su parte, invierte grandes sumas de dinero en I+D, y existe un tejido importante de pequeñas y medianas empresas con

grandes capacidades en áreas concretas. Sin embargo, a medida que la competencia con Estados Unidos, Europa o China se va haciendo más intensa la inversión en I+D se vincula a proyectos que den beneficios a más corto plazo. La consecuencia directa es que en el sector privado la investigación que no tenga visos de comercialización rápida (o que entrañe fuertes riesgos económicos) va pasando a un segundo plano.

Y por supuesto, hallaremos también algunas debilidades en el modelo, que pueden ser definidas por:

- La coordinación entre los centros públicos de investigación, universidades y sector empresarial es aún mejorable. Iniciativas como las TLO (Technology License Offices), que

tienen como objetivo dar una salida comercial a la investigación universitaria, no acaban de cuajar, ya que en buena medida los objetivos finales de investigadores e inversores no son suficientemente convergentes.

- El retorno de la inversión en I+D no es el óptimo. Esto se debe a que los centros de investigación y desarrollo no trabajan según el criterio de la máxima eficiencia, lo que da lugar a pérdidas innecesarias de recursos y una rentabilidad inferior para el inversor privado, que pierde así incentivos.

- El nivel de internacionalización de dichos centros y universidades es todavía bajo y la colaboración con centros extranjeros es inferior al de otros países. El idioma y otros factores hacen que los diferentes centros y universidades tengan dificultades a la hora de atraer a investigadores de primer nivel de otros países.

### El actual plan de Ciencia y Tecnología en Japón

Japón es el país con el Plan de Ciencia y Tecnología más ambicioso del conjunto de países asiáticos, tanto por lo que respecta al alcance como al presupuesto destinado.

Uno de los mecanismos que emplea, y que ha sido adoptado también por otros países asiáticos, es el del Consejo para la Ciencia y Tecnología, que se encuentra por encima de los demás ministerios y que está presidido directamente por el primer ministro. Se trata del organismo que diseña todas las políticas oficiales de I+D y coordina el Plan Básico de Ciencia y Tecnología, que dicta las prioridades y ámbitos de actuación, desde la perspectiva quinquenal.

En vigor desde 1996, actualmente se encuentra vigente el tercero de los planes, que fue promulgado en 2006 (el próximo se pondrá en marcha en 2011). El presupuesto global del actual Plan es de 25 trillones de yenes, y tiene las siguientes prioridades:

- Dar un salto cualitativo importante en el ámbito del conocimiento y la creación, de forma que haya un avance tecnológico de gran magnitud en las áreas prioritarias: ciencias de la vida, información y telecomunicaciones, ciencias medioambientales, nanotecnología y nuevos materiales, energía, tecnologías de producción, infraestructura social y espacio exterior.

- Contribuir a un desarrollo sostenible y proteger el medioambiente. Entre otros, se priorizarán áreas como la predicción del cambio climático, el ahorro energético, el suministro eficiente de energía y electricidad, la promoción del reciclaje y utilización de energía solar y otras energías renovables y la reducción de la polución aérea, terrestre y marítima.

- Proteger a la nación desde el punto de vista de la seguridad y la salud de los habitantes.

Además de definir una áreas prioritarias (las ya citadas), estas áreas se concretan especificando algunas tecnologías consideradas clave, y que deberán ser desarrolladas. Este grado de especificidad es un valor del Plan, que actúa así como director de las políticas de promoción de la I+D, una condición muy valiosa que combinado con la apuesta generosa en recursos, es el secreto del éxito de este tipo de estrategias. El mayor conocimiento de la economía nacional en su conjunto y de sus puntos fuertes es lo que permite la tarea de identificación del plan, y a su vez, de coordinación de las estrategias de estímulo de la I+D. Un ejemplo de esta mayor especificidad es la identificación de tecnologías clave (un total de 62), algunas de las cuales son:

- Biotecnología, encaminada a la lucha contra las pandemias y otras enfermedades infecciosas.

- Tecnologías paliativas del impacto económico y social que producirá el envejecimiento progresivo de la población (robótica, medicina, etc.).

- Desarrollo de supercomputadoras con cada vez mayor capacidad de cálculo.

- Diseño y construcción de sistemas de transporte espacial.

- Tecnologías dedicadas a mejorar la calidad de observación de la tierra y los océanos.

### La estrategia Innovation 25

Junto a lo anterior, Japón también dispone de un Plan más a largo plazo, que fija una serie de objetivos para el año 2025. Estos objetivos se engloban dentro de la Estrategia de Innovación 25, y fueron publicados en 2006.

Esta estrategia a medio/largo plazo, se justifica por la necesidad de dar respuesta a tres de los principales retos a los que se enfrentará Japón en el futuro:

- El envejecimiento de la población, que va a ser uno de los graves problemas del país debido a una tasa de natalidad baja y una esperanza de vida que se encuentra entre las más altas del mundo, en combinación con una política de migraciones muy restrictiva. Japón será el país del mundo cuya curva demográfica se deteriorará más en los próximos veinte años, hasta el punto de que en el año 2025 habrá una persona mayor de 65 años por cada dos personas menores de esa edad, por lo que la búsqueda de soluciones a este problema es fundamental para evitar una catástrofe en el futuro.

- La creciente globalización, y la necesidad de dotar a los japoneses de más posibilidades de elección del tipo de trabajo en un entorno muy diferente al existente en el siglo XX. En este sentido, el sistema japonés de empleo de por vida o la escasa exposición internacional hace que los trabajadores se encuentren en una cierta desventaja con respecto a futuros competidores de terceras naciones a la hora de diversificar las opciones de carrera futura.

- La sostenibilidad energética y medioambiental del país, especialmente teniendo en cuenta que dos de los países asiáticos relativamente cercanos a Japón (China e India) van a necesitar una gran cantidad de recursos debido a su acelerado crecimiento económico.

A través del objetivo de visualizar una sociedad japonesa en el año 2025 con unas características determinadas, el Plan propone el desarrollo de una serie de prioridades y tecnologías que citamos a continuación:

- Lograr una sociedad donde los habitantes estén sanos durante toda su vida (lo que implica el desarrollo de la biotecnología, vacunas, nuevas infraestructuras para la tercera edad, etc.).

- Lograr una sociedad segura (implica el desarrollo de sistemas de vigilancia y monitorización, prevención del crimen, sistemas informáticos como certificaciones digitales, seguridad alimentaria, etc.).

- Lograr una sociedad que ofrezca mayor elección sobre su modo de vida a los japoneses (implica el desarrollo de sistemas de teletrabajo, infraestructura para las telecomunicaciones de primer nivel, robótica para disponer de más tiempo libre, etc.).

- Lograr una sociedad que contribuya a resolver los problemas globales (en ámbitos como el desarrollo sostenible, nuevas fuentes y usos de la energía, respeto por el medioambiente, etc.).

- Lograr una sociedad más abierta al mundo (lo que implica el desarrollo de sistemas de traducción, mayor intercambio de estudiantes universitarios, ayuda a estudiantes extranjeros que quieran venir a Japón, etc.).

### I+D en China

China, tal y como hemos podido observar anteriormente, ha sido uno de los países donde el desarrollo científico y tecnológico ha avanzado más en los últimos años.

A finales del 2006, China se convertía ya en el segundo inversor mundial en I+D, con una inversión total de 136.000 millones de dólares, lo que la situaba por delante de Japón (130.000 millones de dólares) y por detrás tan sólo de Estados Unidos (330.000 millones de dólares). Como referencia, los 15 países de la UE invirtieron en su conjunto 230.000 millones de euros (cerca de 300.000 millones de dólares)

Una de las principales ventajas de China (que comparte con Japón y Corea del Sur) es su capacidad de trazar y cumplir planes a largo plazo, en especial en un ámbito como es el de la investigación y desarrollo, donde difícilmente se consiguen resultados a corto plazo. En este contexto, el Gobierno lanzó en el año 2006 el Plan Nacional para el desarrollo científico y tecnológico, cuyo plazo de vigencia es de 15 años (hasta el 2020).

En el Plan se trazan una serie de objetivos generales:

- El primer objetivo consiste en reducir la dependencia tecnológica del exterior, que en estos momentos es muy alta. Cabe señalar que más del 50% de las exportaciones chinas, especialmente las de mayor valor añadido, dependen de empresas extranjeras que fabrican en China. Si bien estas fábricas contribuyen al desarrollo chino porque emplean a muchas personas, lo cierto es que finalmente el grueso de los beneficios va a parar a manos de estas corporaciones, por lo que se considera prioritario capturar una proporción mayor del valor que se añade a los productos.

Por otra parte, teniendo en cuenta el potencial del mercado

interno, el Gobierno chino quiere impulsar el desarrollo de tecnologías y estándares propios para así poder competir con empresas extranjeras, que generalmente son las que copan los segmentos más altos del mismo producto. Recientemente, China aprobó el sistema de licencias para los sistemas de telefonía móvil de tercera generación, y la mayor empresa china del sector (China Mobile) lo hará sobre una plataforma basada en tecnología china (TD-SCDMA), mientras que sus dos competidores (China Unicom y China Telecom) lo harán basándose en estándares occidentales. Este hecho constituye un ejemplo del camino que el país intenta seguir para crear sus propias reglas del juego sin la necesidad de depender de tecnologías foráneas.

- El segundo de los objetivos del Gobierno consiste en elevar el gasto en I+D en el país a niveles similares a los de las principales potencias económicas mundiales, habiéndose fijado un objetivo de alcanzar una inversión del 2,5% del

**“ Una de las principales ventajas de China (que comparte con Japón y Corea del Sur) es su capacidad de trazar y cumplir planes a largo plazo, en especial en un ámbito como es el de la investigación y desarrollo, donde difícilmente se consiguen resultados a corto plazo.”**

PIB en I+D para el 2020. Teniendo en cuenta los avances que se han conseguido en los últimos años, no debería de extrañarnos que este objetivo se consiguiera incluso antes de plazo.

- Por último, el Plan pretende crear una nueva generación de científicos chinos que puedan tener una mayor interrelación con el mundo científico internacional, pero preservando la identidad cultural china. En este sentido, la ciencia debe de ser un camino que aporte soluciones a los grandes retos que en el futuro va a tener el desarrollo social y económico de China, en aspectos como el envejecimiento de la población, la protección medioambiental o la transformación del patrón de estructura de la economía del país. Esto conlleva la creación de nuevos centros de excelencia y la mejora de la investigación en el ámbito universitario.

En el caso chino, los principales sectores y ámbitos que se han identificado como prioritarios para el plan, son los siguientes:

- Biotecnología y farmacia, con un ojo puesto en el alto riesgo que pueden conllevar para el país las pandemias o las enfermedades como el VIH/sida.

- Energía y protección medioambiental. Por un lado, China concentra a las ciudades más contaminadas del mundo, y el coste medioambiental que para el país ha tenido el desarrollo de los últimos treinta años es una gran lacra. Por otro, es previsible que el consumo energético aumente de forma considerable durante los próximos años, creando un importante problema de sostenibilidad. La principal solución a esta dicotomía es el desarrollo de nuevas tecnologías que sean más eficientes, económicas y menos contaminantes. En este sentido, la reducción de la dependencia del consumo de carbón y la adopción de energías "limpias" supone un importante reto con una clara vertiente tecnológica.

- Tecnologías agrícolas y de procesamiento de alimentos, de forma que se pueda asegurar el abastecimiento de algunos productos fundamentales en la dieta china, y a su vez mejorar la productividad del sector agrícola. Especialmente tras la crisis alimentaria que ha tenido lugar en 2007 y 2008 y la subida en el precio de materias básicas en la dieta de los chinos, ha cambiado la percepción sobre la importancia que la agricultura tiene para un país en el que el sector primario emplea todavía a la mayor parte de la población. En efecto, el porcentaje de los ingresos que la mayor parte de los chinos tiene que dedicar a la alimentación es mucho más elevado que los países desarrollados, por lo que el impacto de una crisis que afecte a los principales productos agrícolas es sustancial.

- Dentro de la industria, China va a potenciar una serie de sectores clave para su economía, como pueden ser la auto-

moción, el *hardware* de telecomunicaciones o la aviación. En estos sectores, empresas públicas y privadas aspiran a conseguir un nivel tecnológico que les permita competir en el mercado nacional y dar el salto a los mercados globales. Otro sector que va a contar con un fuerte apoyo estatal es el de defensa, ya que sigue habiendo riesgo potencial de conflicto en Asia.

Por último, China va a desarrollar también toda una industria de servicios (telecomunicaciones, internet, banca, turismo, etc.) que esté a la altura de las principales potencias económicas del mundo. En los últimos años ha habido importantes progresos en los dos primeros ámbitos (telecomunicaciones y banca), que a través de reformas intentan modernizarse de forma rápida.

Para la consecución de estos objetivos a medio y largo plazo, se trazan una serie de planes quinquenales específicos, dentro del marco de los planes de desarrollo económico. En la actualidad está vigente el onceavo, que establece entre otros objetivos, la reducción de la dependencia tecnológica exterior (hasta un máximo del 40%), y llegar a ser uno de los diez primeros países en publicaciones científicas y uno de los 15 primeros en patentes concedidas o elevar el gasto en I+D al 2% del PIB.

#### I+D en Corea del Sur

El Gobierno surcoreano empezó a realizar un considerable esfuerzo en innovación a partir de los años sesenta, durante el gobierno del presidente Park Chung Hee, mediante el establecimiento de diversos centros de investigación públicos y universidades que asumieron el difícil reto de convertir al país en una potencia tecnológica a largo plazo.

Como ejemplo, podemos destacar la creación de KAIST (Korea Advance Institute of Science and Technology), uno de los principales centros de excelencia en el que se gradúan anualmente 2.000 científicos de diferentes disciplinas, y que acoge diversos institutos sobre biotecnología, diseño, tecnologías de la información, nanotecnología, espacio urbano, medioambiente o ingeniería, donde se realiza la investigación más estratégica para el país.

El desarrollo de los grandes *chaebols* (las macrocorporaciones surcoreanas como Samsung o Daewoo) y su capacidad investigadora han sido también claves para el desarrollo de Corea del Sur en este ámbito, de forma que actualmente un 75% del gasto total en I+D proviene del sector privado.

No obstante, durante los años ochenta se detectaron muchas ineficiencias en el sistema público de investigación, especialmente debido a que muy pocos de los proyectos acometidos llegaban al mercado en forma de productos o

servicios que pudieran ser comercializados. Esto llevó a la creación de un programa nacional de I+D, cuyo principal objetivo era mejorar la eficacia y dirigir a objetivos concretos la investigación realizada en los diferentes centros.

Por otra parte, en el año 1999 se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (NSTC), con el objetivo de evaluar toda la investigación realizada en centros públicos, así como la coordinación de un Plan Básico de Ciencia y Tecnología, cuya primera edición se publica en el año 2002 con un plazo de vigencia de 5 años.

El Plan fue revisado en el año 2003 debido a un cambio de gobierno, y algunos de los objetivos que conviene destacar del mismo son los siguientes:

Focalizar la I+D a determinadas áreas estratégicas, entre las que destacan las siguientes:

- Fomento de una sociedad que preste una mayor atención a las áreas de la información y el conocimiento, incluyendo contenidos digitales, comunicaciones, etc.

- Fomento de una sociedad sana y equilibrada mediante el desarrollo de nuevos medicamentos o la inversión en tecnologías relacionadas con la alimentación.

- Fomento de una sociedad sostenible basada en la protección medioambiental y ahorro energético.

- Fomento de una sociedad industrial de alto valor añadido, con especial atención a la automoción y al transporte, los nuevos materiales y la domótica.

- Fomento de una sociedad segura, con repercusiones en campos como la defensa nacional o la industria aeroespacial entre otros.

Crear *clusters* tecnológicos regionales y distribuirlos estratégicamente por el territorio nacional. De esta forma, se intentan diversificar los centros de excelencia por todo el país, debido a que el peso que la capital (Seúl) tiene en la economía surcoreana es considerado excesivo y esto podría ir en detrimento del crecimiento equilibrado del país.

Globalizar la investigación de y en Corea del Sur, por medio del intercambio de investigadores y la creación de centros de excelencia que atraigan talento de todas partes del mundo.

Mejorar la eficiencia del dinero invertido e intentar crear una sociedad con una fuerte base en la ciencia y tecnología como motores del crecimiento y bienestar de los ciudadanos.

En diciembre del año 2008 el Gobierno anunció el segundo Plan Básico de Ciencia y Tecnología, del que podríamos destacar tres aspectos:

- Se marcan objetivos concretos para que el gasto en I+D en relación al PIB sea del 5% en el año 2012. En caso de conseguirse, sería el más elevado del mundo. Asimismo, Corea del Sur aspira a ser una de las siete primeras potencias tecnológicas en el mundo al término del período de vigencia del nuevo Plan.

- Además de seguir muchas de las prioridades del primer Plan, se hace especial hincapié en tecnologías como la robótica o la nanotecnología.

- Se piensa incrementar drásticamente el presupuesto en investigación básica, especialmente en los centros de investigación públicos.

En definitiva, Corea del Sur ha conseguido en los últimos años alcanzar a los principales países industrializados en algunos ámbitos: Se trata de uno de los países del mundo con una mejor plataforma para el uso de las nuevas tecnologías e internet y ha aumentado de forma considerable el número de patentes e investigadores.

### I+D en Singapur

Este país es un claro modelo de buenas prácticas por lo que respecta al desarrollo de una política de innovación con objetivos claros y prioridades bien marcadas. Debido al pequeño tamaño tanto en población como en superficie, el Gobierno de Singapur ha optado por concentrarse en aquellas áreas en las que el país puede obtener un grado de excelencia que lo diferencie de los demás, en vez de repartir recursos de forma ecuánime entre diferentes disciplinas.

Para este fin, se empiezan a desarrollar planes de ciencia y tecnología a partir del año 1991, y la actual edición del mismo (el Plan 2010) se promulga en 2006 con un presupuesto global de unos 14.000 millones de dólares.

Al igual que en los otros países analizados, el Plan contempla la creación de un Consejo de Innovación, Investigación y Empresa (en inglés, RIEC) que está ya en funcionamiento. Dicho Consejo, presidido por el primer ministro, funciona de una forma transversal apoyando la labor de diferentes ministerios, centros de investigación, universidades y empresas, de forma que exista una coordinación entre todos los agentes implicados en el sistema de innovación del país.

Gran parte de dicha política se lleva a cabo a través de la agencia A\*STAR (Agencia para la Ciencia, Tecnología e Investigación), que dispone de un excelente plantel de inves-

tigadores, gestiona los centros más avanzados del país y coordina numerosos programas para mejorar el nivel de investigación. Un dato de interés es que dispone también de un departamento dedicado a la explotación comercial de los avances obtenidos en los laboratorios, de forma que se trata de una agencia integral a través de la cual se coordina todo el ciclo investigador, desde su parte más básica hasta la explotación del resultado final.

Cabe mencionar la creación durante los últimos años de dos centros de excelencia con excelentes perspectivas:

- Biópolis: tal y como su nombre indica se trata de un dedicado a la investigación en el ámbito de las ciencias biomédicas. De los siete edificios que forman el complejo, dos están dedicados al sector empresarial y los otros cinco a institutos de investigación en biomedicina. Empresas de gran prestigio mundial como Novartis se han instalado en el centro cuya segunda fase está en estos momentos en construcción.

- Fusiónpolis: Es un gran centro multidisciplinar, a inspiración del anterior, pero dedicado a los medios de comunicación e información, y a la creación de contenidos digitales, además de otras tecnologías relacionadas. Ha sido inaugurado a finales del año 2008, en un edificio donde investigadores y empresas comparten espacios, ideas y programas.

Además de A\*STAR, otro de los centros de mayor importancia en el sistema de innovación de Singapur es la Fundación Nacional de Investigación (NRF), cuyo principal objetivo es el de implementar las directrices adoptadas por el RIEC.

Tal y como hemos podido observar, la biotecnología y los contenidos para los diversos medios de comunicación son dos de las prioridades del gobierno de Singapur a la hora de dedicar los recursos a la investigación. A estos dos ámbitos tendríamos que sumar la electrónica, las tecnologías respetuosas con medioambiente, la logística y transporte, la química y del sector de la salud, así como otras que pudieran desarrollarse en el futuro en los citados clusters de investigación. En este sentido, no debemos de olvidar que Singapur es uno de los principales puertos a nivel mundial, que además dispone de un importante sector industrial. Así como en otros países la industria está desapareciendo en favor de una mayor concentración del PIB en servicios, Singapur tiene el claro objetivo que de que la contribución de la industria al PIB del país tiene que ser, al menos, del 30%.

Por otra parte, una de las principales diferencias existentes entre China, Japón Corea del Sur y Singapur estriba en la capacidad de atraer investigadores europeos. Así, los tres primeros países no han logrado este objetivo, mientras en el

caso de Singapur el éxito ha sido considerable. Un gran número de investigadores (y también de empresas) de primer orden mundial se han establecido en Singapur, que cuenta con una clara ventaja en relación al idioma.

## Conclusiones

Tras el análisis de los sistemas de innovación en China, Japón, Singapur y Corea del Sur es necesario extraer algunas conclusiones que podrían resultar de interés a la hora de extrapolar las líneas futuras para una estrategia en el ámbito científico y tecnológico en terceros países. No todas estas conclusiones son aplicables, debido fundamentalmente a las diferencias en la estructura de la economía y la sociedad en su sentido más amplio, pero sí pueden constituir una buena referencia. Son las siguientes:

La investigación como prioridad. En los países analizados, la investigación está por encima de competencias ministeriales, de forma que para ello se crean consejos presididos por el primer ministro o el presidente y que de forma periódica (generalmente una vez al mes) se reúnen para coordinar la política científica y tecnológica del país. Desde este Consejo se coordina a los diferentes actores (centros públicos, universidades, sector empresarial) para conseguir un resultado óptimo. De esta forma, los objetivos que se marcan en los planes a cinco años o a más largo plazo suelen cumplirse debido a la existencia de un organismo supervisor con una gran capacidad de maniobra y legitimidad ante el resto de instituciones involucradas.

El sector privado invierte en I+D. Una gran parte del gasto de I+D (entre el 60 y el 80%) de estos países está en manos del sector privado. Existen objetivos concretos de mantener un porcentaje del PIB en la industria, que tradicionalmente ha sido el motor de la economía de Japón, Corea del Sur o China. Sin embargo, el encaje entre la investigación realizada entre centros públicos, universidades y empresas no es siempre ideal, por lo que en muchas ocasiones los esfuerzos se difuminan.

Investigación que genera patentes. La actividad en materia de patentes es elevada, especialmente en sectores como las telecomunicaciones, tecnología informática o electrónica de consumo. Desde el punto de vista empresarial, se intenta estar a la vanguardia tecnológica e investigar en productos a años vista para así ostentar una posición de liderazgo en el momento de la comercialización de la tecnología.

Tejido industrial diverso y estimulado por las grandes empresas. En cada país existe un grupo más o menos amplio de empresas industriales de gran tamaño y con gran capacidad tecnológica, que produce un efecto arrastre en otros secto-

res de actividad. Se trata de compañías con grandes presupuestos en investigación y generalmente diversificadas, por lo que de esta forma se aminora el riesgo de concentración en un sector.

Investigación selectiva y orientada a dar respuesta a los retos del futuro. Por regla general, las prioridades en materia de investigación se concentran en aquellas áreas con mayor proyección de futuro, o bien en aquellas áreas donde se puedan prever problemas graves de sostenibilidad en el futuro. Así, el riesgo a pandemias, el envejecimiento de la población, la problemática energética, la competitividad de la industria nacional o el desarrollo de la industria aeroespacial marcan claramente prioridades que son bastante parecidas en todos los países analizados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HERSTATT, C., STOCKSTROM, C., TSCHIRKY, H., NAGAHIRA A. (Eds.). *Management of Technology and Innovation in Japan*. Ed Springer, 2006.

Este libro analiza las particularidades del sistema de innovación japonés, y a través de ejemplos de empresas como el de Canon o Toyota nos explica la forma en la que empresas niponas organizan sus sistemas de producción, de patentes o de I+D aplicada. También tiene en cuenta las diferencias culturales y estratégicas de las compañías niponas, en comparación con otras occidentales. De esta forma, lograremos comprender todo el proceso de innovación desde su estadio inicial hasta su implementación en el mercado en forma de producto.

LUNDEVALL, B (ed.) (2006). *Asia's Innovation System in transition*. Edward Elgar Publishing Limited.

Analiza las principales razones que han derivado en el "milagro económico" de los principales países asiáticos, y las características de sus sistemas de innovación: Desde el offshore y la deslocalización de servicios en la India hasta los complejos sistemas de países como Japón, Corea del Sur o Indonesia. Este análisis nos muestra la existencia de parámetros muy diversos en los sistemas científicos y tecnológicos de los distintos países, de forma que no podemos hablar de un "milagro" generalizado, sino de diferentes sistemas que en algunos casos comparten determinados elementos.

OCDE (2008) *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008*. [www.oecd.org/sti/outlook](http://www.oecd.org/sti/outlook)

Se trata del principal documento estadístico de referencia para conocer las cifras de gasto en I+D, número de investigadores, ámbitos en la investigación, etc., de la mayoría de países del mundo, y un texto de obligada lectura para conocer los avances que se producen de un año a otro.

World Intellectual Property Organisation (WIPO) (2008). *World Patent Report*.

De forma parecida al *Science and Technology Outlook*, recoge estadísticas de la actividad en patentes en los principales países del mundo, por lo que da una idea precisa sobre la evolución existente en este ámbito a nivel global.

1. Es posible acceder al texto del Tratado en: <http://www.wipo.int/pct/es/texts/pdf/pct.pdf>