

SISTEMAS DE INNOVACIÓN: UNA COMPARACIÓN ENTRE JAPÓN Y MÉXICO¹

GONZALO VARELA PETITO

INTRODUCCIÓN

UN SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN (SNI) es un conjunto de relaciones entre gobierno, centros de investigación académicos (principal aunque no exclusivamente ubicados en instituciones de educación superior) y empresas, orientado a la generación de conocimiento científico y tecnológico, y a su transferencia hacia la industria. También podríamos decir que es un sistema que integra tres funciones: productiva, cognoscitiva y de toma de decisiones políticas. Pero preferimos hablar de educación superior, gobierno y empresas porque estos términos designan a actores institucionales concretos, que pueden aglutinar más de una función (el gobierno en sentido amplio, por ejemplo, toma decisiones políticas, pero asimismo cumple tareas cognoscitivas y productivas, dado que se realizan investigación y actividades económicas en organismos oficiales).² Existe una creciente atención a este tema debido a los desafíos del crecimiento y la competencia en un contexto económico mundial en transformación.

A los efectos de este artículo concebimos la tecnología como conocimiento orientado a la producción, incorporado en objetos (infraestructura, maquinaria, instrumentos), sistemas (de producción, administración y cómputo) y personas (recursos humanos). Evidentemente –y mientras no existan sistemas cibernéticos completamente autonomizados– el último

¹ Este artículo está basado en una investigación hecha en Tokio en 1998-1999, gracias a un financiamiento concedido por la Fundación Japón y a la hospitalidad del Centro de Estudios Internacionales y Culturales del Tsuda College de esa ciudad. El autor agradece especialmente el apoyo de los profesores Hiroshi Momose y Takehiro Misawa.

² Por lo demás, esta lista –así como la de funciones– no es exhaustiva y podría incluir otros actores. Por ejemplo, las estadísticas de la OCDE que usaremos incluyen el sector privado sin fines de lucro, que sólo presentaremos en algunos cuadros sobre fuente de financiamiento, mas no en los rubros de gasto o personal. (Debido a esta sustracción, nótese que el total nacional de algunos de nuestros cuadros es mayor que la suma de los subtotaes.)

elemento es el principal, pues es el que crea o activa los dos primeros, por medio de la innovación o las rutinas de trabajo. De ahí la importancia de la educación y la investigación.

Aquí haremos una comparación entre los sistemas de innovación de México y Japón. Ello demanda aclarar qué es lo que se compara y por qué. Elegimos un enfoque sectorial porque descartamos un abordaje de los que indagan tal o cual "vía" de desarrollo o que extraen "lecciones" de un país para otro. No negamos que tengan sentido (y algo de esa perspectiva histórica tocaremos secundariamente) pero —especialmente cuando abarcan un largo periodo— requieren buena dosis de fe del lector, pues nunca se puede saber bien cuáles son las variables que un cuadro tan complejo deja a la sombra, subvaloradas o ignoradas.

Con menos ínfulas, nos limitaremos al examen de un asunto importante en un momento cercano, buscando discernir semejanzas y diferencias entre dos países en aras de lograr una explicación que ilumine aspectos del desarrollo o el subdesarrollo tecnológicos. Una observación así, con base en un problema común, no es sólo factible sino también fructífera, a pesar de (o justamente debido a) la existencia de grandes diversidades en otros temas.

Dentengámonos en tres puntos clave que diferencian a México de Japón, e inciden fuertemente en el tema que nos concierne. Ellos son el comercio, las finanzas y la tecnología. En primer lugar —en una modalidad también adoptada por algunos países del Sudeste Asiático (Fajnzylber, 1983)—, Japón no usa el proteccionismo comercial para aislar la industria interna, sino para fomentar la competitividad de sus productos en el mercado mundial. En segundo lugar, el Estado no ha sostenido una política de subsidios a las empresas equiparable a la de las naciones latinoamericanas en el pasado reciente, lo que por un lado alivia las arcas públicas y por otro obliga a las firmas a buscar sus propios canales de financiamiento, sobre todo por medio de la vinculación con la banca, captadora del ahorro interno. Por último, también en lo tecnológico la industria japonesa se ha valido históricamente de sus propios medios, ya sea adecuando a las necesidades locales el saber generado en otros países, ya sea creando uno propio.

Sin embargo, en Japón el sistema de innovación no integra mayormente las instituciones de educación superior, no porque éstas carezcan de capacidades de investigación, sino porque simplemente no tienen mayores relaciones con el aparato productivo. El mismo hecho se presenta en México. Por eso también en los dos países el impulso a la vinculación entre educación superior e industria parte de una preocupación que es más que nada gubernamental. Éste es el foco de nuestro estudio, fundado sobre todo en un análisis estadístico de los insumos y productos de los respecti-

vos sistemas de innovación,³ tratando de rastrear los factores que traban o disminuyen la participación de la investigación académica. En la parte final se ensaya una interpretación del mismo fenómeno con base cualitativa.

COMPARACIÓN DE DATOS GENERALES

Observemos para empezar algunos datos económicos y sociales básicos acerca de Japón y México (cuadro 1). Es obvio que Japón tiene una población de mayor tamaño; sin embargo, México cuenta con la ventaja de una población más joven, lo que impacta positivamente su fuerza de trabajo.

CUADRO I
Japón y México. Datos socioeconómicos comparados

	<i>Japón</i>	<i>México</i>
Población (1995, en miles)	125 250	91 120
Menores de 15 años (%)	16.4	36.9
De 15 a 64 años (%)	69.6	58.3
65 o más años (%)	14.0	4.8
Formación de capital fijo bruto: variación media anual en volumen, 1985-1995 (%)	4.1	0.3
Flujos de inversión directa (1995)		
Ingreso (% del PIB)	(Irrelevante)	1.61
Egreso (% del PIB)	0.44	s.d.
Comercio		
Importaciones (miles de millones de dólares)	406.4	82.3
Variación media anual en volumen de las importaciones (% 1985-1995)	7.4	10.8
Exportaciones (miles de millones de dólares)	482.9	90.3
Variación media anual en volumen de las exportaciones (% 1985-1995)	3.6	10.0
Exportaciones manufactureras como % del comercio total	98.2	s.d.
Variación anual media de las exportaciones manufactureras (% 1985-1995)	9.7	s.d.

Fuente: OCDE (1997b).

³ El análisis de los SNI con base en insumos y productos ha merecido ciertas críticas (OCDE, 1997a), pero es sin duda útil a efectos de un primer acercamiento.

Pero grande es la desventaja para México si relacionamos población con desarrollo económico. La formación de capital fijo bruto es casi 14 veces mayor en Japón. Las cifras sobre flujos de inversión directa muestran a su vez que en tanto que Japón tiene un bajo influjo de capital externo en su economía, el mismo es importante en México, puesto que el primero es de hecho el primer país del mundo en materia de inversiones en el extranjero, mientras que el segundo es un importador neto de capital.

La distancia entre ambos países es también evidente en el comercio. El volumen del comercio exterior de Japón es cinco veces superior al de México, tanto en importaciones como en exportaciones, y dentro de estos flujos las exportaciones industriales en 1995 conformaban 98% del total. Pero hay una variante si observamos el promedio anual de cambio del volumen del comercio exterior en los años 1985-1995. Como economía emergente, México muestra una tendencia más dinámica al crecimiento de sus exportaciones que Japón que, probablemente, dada su posición sobresaliente en el comercio mundial, no puede ya mejorar significativamente en esta materia, a menos que se realizaran cambios profundos en su estructura económica. Asimismo, como país en desarrollo, México tiene una tasa más alta de crecimiento de las importaciones, en gran parte de maquinaria e insumos industriales, lo que pone en evidencia su dependencia de la provisión externa de tecnología.

La educación es sin duda crucial en el desarrollo. En tal sentido el gasto público directo en esta materia como porcentaje del PIB es más bajo en Japón que en México (cuadro 2). Esto se explica por diferencias ya analizadas en la población de ambos países: México tiene más jóvenes y por tanto una mayor demanda de educación primaria, secundaria y superior. Por la misma razón tiene también un número más alto de estudiantes por cada cien habitantes sobre la población total. Además, el sistema educativo mexicano, como lo han puesto en evidencia diversos estudios independientes y reportes oficiales, enfrenta problemas de calidad y por esta razón el gobierno hace desembolsos adicionales para programas orientados a incrementarla.

Los estándares de calidad educativa (muy relacionados con el desarrollo económico) son también explicados por otros indicadores. En dólares estadounidenses, Japón tiene un gasto per cápita en educación primaria que es cinco veces superior al de México, tres veces mayor en educación secundaria y casi dos veces más grande en el nivel terciario. El número de estudiantes por cada maestro es en cambio menor en la educación primaria japonesa, si bien es similar en secundaria. Además, la tasa de matriculación en educación superior del grupo de edad de 20-24 años es aún baja en México (alrededor de 20% en 2000, según datos oficiales), lo que incide naturalmente en las capacidades de investigación e innovación.

CUADRO 2
1993. Japón y México. Datos educativos comparados

	<i>Japón</i>	<i>México</i>
Gasto público directo en instituciones educativas (% del PIB)	3.7	4.1
Gasto por estudiante en dólares		
Educación primaria	3 960	741
Educación secundaria	4 356	1 477
Educación superior	7 556	4 264
Estudiantes matriculados por cada 100 habitantes	21.1	28.9
Estudiantes por profesor		
Educación primaria	19.2	29.1
Educación secundaria	16.0	16.4

Fuente: OCDE (1997b).

En suma, Japón, a pesar de algunos fallidos intentos de reforma educativa (Schoppa, 1991), es un país con alto desempeño académico. Para México, el reto es desarrollar un sistema de innovación y al mismo tiempo mejorar las cifras de matriculación en los niveles posprimarios, así como los estándares de calidad en toda la educación.

Abordemos, sobre esta base, el análisis de los insumos y productos de los respectivos SNI. Como insumos tomaremos el financiamiento y el personal dedicados a investigación y desarrollo (I&D) y como productos, el balance de pagos tecnológico y las solicitudes de patentes. Daremos más extensión a los insumos, por ser aquellos donde se cuenta con mayor información.

INSUMOS DE LA INNOVACIÓN

Gasto en investigación y desarrollo

El gasto interno bruto en I&D (GERD)⁴ de Japón, en millones de dólares constantes, en 1995 fue 45 veces mayor que el de México (cuadro 3). Esto no es sorprendente, conociendo las disparidades de desarrollo de ambos

⁴ GERD: "Gross Domestic Expenditure on R&D". (Al usar éste y otros términos con fines estadísticos, daremos la traducción al español de la nomenclatura de la OCDE, pero manteniendo la siglas en inglés por ser de uso internacional.)

CUADRO 3
1995. Japón y México. Gasto interno bruto en I&D (GERD)
por sector de desempeño y fuente de financiamiento
(millones de dólares constantes de 1990)¹

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
<i>Empresas</i>				
(financiadas por:)				
Empresas	45 130.6	98.2	246.1	76.2
Gobierno	730.3	1.6	8.9	2.8
Educación superior	0.8	0.002	0.2	0.06
Privado sin fines de lucro	50.4	0.1	1.0	0.3
Financiamiento externo	64.5	0.1	66.8	20.7
Total	45 976.6	100.0	322.9	100.0
<i>Gobierno</i>				
(financiado por:)				
Empresas	50.1	0.7	16.8	3.3
Gobierno	6 747.3	99.2	461.5	89.8
Educación superior	2.8	0.04	2.2	0.4
Privado sin fines de lucro	1.5	0.02	10.7	2.1
Financiamiento externo	0.5	0.007	22.5	4.4
Total	6 802.3	100.0	513.7	100.0
<i>Educación superior.</i>				
(financiada por:)				
Empresas	343.9	2.4	9.7	1.4
(Gasto directo de gobierno)	(1 514.8)	(10.4)	(204.1)	(28.6)
(Subsidio de gobierno a universidades)	(6 124.4)	(42.0)	(355.0)	(49.8)
Subtotal gobierno	7 639.2	52.3	559.1	78.4
Educación superior	6 588.1	45.1	127.5	17.9
Privado sin fines de lucro	19.7	0.1	3.4	0.5
Financiamiento externo	1.7	0.001	13.4	1.8
Total	14 592.6	100.0	713.1	100.0
<i>GERD total</i>				
(financiado por:)				
Empresas	47 313.9	67.1	273.6	17.6
(Gasto directo de gobierno)	(9 977.7)	(14.1)	(674.9)	(43.4)
(Subsidio de gobierno a universidades)	(6 124.4)	(8.7)	(355.0)	(22.8)
Subtotal gobierno	16 102.1	23.0	1 030.0	66.2
Educación superior	6 596.9	9.3	130.0	8.3
Privado sin fines de lucro	415.2	0.5	17.7	1.1
Financiamiento externo	75.2	0.1	104.9	6.8
Total	70 503.3	100.0	1 556.2	100.0

¹ Las cifras entre paréntesis indican subtotales.

Fuente: OCDE (1998).

países, pero lo verdaderamente llamativo es la alta participación de las empresas japonesas, con 67% del total del gasto nacional, comparado con 23% del gobierno y sólo 9% de la educación superior. La educación superior emplea también subsidios o fondos especiales ("general university funds", en la denominación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE) que provee el gobierno, que ascienden a otro 8.7%, cifra que, como se ve, tampoco es muy alta.

En contraste, la participación de las empresas en el financiamiento del GERD de México es de sólo 18% y la contribución del gobierno cubre la suma más importante, 66%. El financiamiento directo aportado por la educación superior es cercano a 8% pero, sumándole los fondos especiales para I&D provistos por el gobierno, 31% del GERD total se relaciona con la educación terciaria. Una escasa presencia de los negocios y un excesivo desempeño del gobierno es síntoma de un SNI poco desarrollado. Como consecuencia de esto y de su condición de país en desarrollo, México obtiene también más financiamiento externo para I&D que Japón.

Otra cuestión importante es en qué sector se gastan los financiamientos. Sesenta y cinco por ciento del dinero japonés para I&D es consumido por el sector empresarial, que es así, al mismo tiempo, el principal financiador y consumidor de fondos, mientras que en México el insumo de dinero por las empresas es de 21%. El gobierno gasta 9.6% del financiamiento total para I&D en Japón y 33% en México; pero en México el principal consumidor de fondos para I&D son las instituciones de educación superior, con una cifra (46%) que dobla con creces la de Japón.

O sea que en México el actor principal del sistema son las instituciones de educación superior, pero el sostén económico es el gobierno. En Japón las empresas privadas son el primer actor y ellas mismas costean casi por completo su I&D. El sector privado japonés financia también 2% de la I&D hecha en las instituciones de educación superior, una cifra que no es tan diferente de la de México (1.4%) porque en ambos casos el vínculo financiero entre educación superior e industrias es débil a causa de peculiaridades de cada SNI. En Japón se debe a la alta autosuficiencia tecnológica de las empresas; en México, a un desarrollo tecnológico e industrial todavía débil. Por esta razón en México el sistema debe ser mayormente financiado por el gobierno, ya que las instituciones de educación superior que hacen I&D también son públicas.⁵

⁵ Sólo algunas de las instituciones públicas de educación superior mexicanas tienen reales capacidades de investigación original. También se realiza investigación en instituciones privadas, pero en menor escala.

Asignación del gasto

Veamos ahora en qué se gasta el financiamiento, considerando capital y gasto corriente, tipos de investigación y objetivos socioeconómicos.

El gasto corriente predomina en el GERD, siendo en ambos países de alrededor de 85%. En el cuadro 4 observamos el tipo de investigaciones en que

CUADRO 4
1995. Japón y México. Gasto corriente interno en I&D
por sector de desempeño y tipo de actividad
(millones en moneda nacional corriente)

	<i>Japón</i> ¹	%	<i>México</i>	%
<i>Empresas</i>				
Investigación básica	624 004	6.6	67.6	6.7
Investigación aplicada	2 071 564	22.0	310.2	30.6
Desarrollo experimental	6 700 328	71.4	635.9	62.7
Sin especificar	s.d.	s.d.	0	0
Total	9 395 896	100.0	1 013.8	100.0
<i>Gobierno</i>				
Investigación básica	278 069	20.0	766.9	47.0
Investigación aplicada	374 448	27.0	447.9	27.5
Desarrollo experimental	698 004	50.2	415.0	25.5
Sin especificar	39 611	2.8	0	0
Total	1 390 132	100.0	1 629.7	100.0
<i>Educación superior</i>				
Investigación básica	1 021 792	34.3	884.6	41.2
Investigación aplicada	682 230	22.9	821.2	38.2
Desarrollo experimental	167 302	5.6	442.4	20.6
Sin especificar	1 110 863	37.2	0	0
Total	2 982 186	100.0	2 148.2	100.0
<i>Total nacional</i>				
Investigación básica	2 041 338	14.2	1 725.6	36.0
Investigación aplicada	3 238 595	22.5	1 592.4	33.0
Desarrollo experimental	7 922 893	55.0	1 496.0	31.0
Sin especificar	1 205 410	8.3	0	0
Total	14 408 235	100.0	4 814.0	100.0

¹ Gasto total en vez de gasto corriente.

Fuente: OCDE (1998).

se invierte. Los datos no permiten aquí hacer inferencias sólidas,⁶ pero vemos que en México los recursos se distribuyen parejamente en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, con alguna ventaja de la primera; en Japón más de la mitad del gasto total va a desarrollo experimental, 22% a investigación aplicada y sólo 14% a la básica. Al ser el SNI japonés un asunto de empresas, predomina la transferencia directa del conocimiento a la producción. En México, en cambio, aunque se registra una tendencia parcialmente similar, un SNI sobre todo apoyado en instituciones de educación superior da cierta preeminencia a la investigación básica.

En Japón la orientación del gasto a investigación aplicada y experimental se da también en casi todos los otros sectores institucionales del SNI, con la significativa excepción de la educación superior, donde domina la investigación básica. En México el gasto corriente en investigación básica tiene más peso, excepto (también significativamente) en el sector empresarial. Sin embargo, en México el gasto mayor en investigación aplicada es también realizado por la educación superior y no por las empresas, que tienen escasa capacidad de investigación en general.

Igualmente el gobierno mexicano tiene un papel importante en investigación aplicada, por lo que la iniciativa privada es sólo predominante en el financiamiento del desarrollo experimental. El gobierno sustituye parcialmente a las empresas entre otras razones porque él mismo desempeña importantes actividades de investigación, especialmente en los ramos petrolero, agropecuario y de salud. Al mismo tiempo, aguijonea a las instituciones de educación superior para que vinculen su investigación a la industria (con moderados resultados por ahora). Debido a esto quizás veamos en el futuro en México no sólo un SNI más desarrollado, sino también con sectores institucionales (gobierno, universidades, empresas) más interpenetrados que en Japón, aunque esto es sólo una hipótesis.

¿En qué objetivos se invierte el GERD del sector gubernamental? (cuadro 5).⁷ En Japón son privilegiados: la energía; la agricultura, industria forestal y pesca; el desarrollo industrial; y la industria espacial civil. En México prevalecen la agricultura, industria forestal y pesca; la salud; y el avance del conocimiento, quedando el desarrollo industrial en cuarto lugar. Es notable que la agricultura, la industria forestal y la pesca sean lo más atendido en ambos países, seguramente por razones estratégicas (en particular alimentarias) pero también de estabilidad política en el caso de la agricul-

⁶ Las cifras sobre México en el cuadro 4 se refieren a gasto corriente, pero los datos sobre Japón son agregados (gasto corriente y capital).

⁷ Este cuadro sólo trae datos de gobierno, porque los de las empresas y la educación superior están incompletos en la fuente.

CUADRO 5
1995. Japón y México. GERD de gobierno por objetivos
socioeconómicos (millones en moneda nacional corriente)

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
Agricultura, industria forestal y pesca	237 502	17.1	452.7	24.0
Desarrollo industrial	186 299	13.4	164.0	8.7
Energía	341 939	24.6	160.7	8.6
Transporte y telecomunicaciones	56 540	4.1	71.2	3.8
Planeación rural y urbana	37 255	2.7	6.7	0.4
Prevención de la polución	25 693	1.8	17.8	0.9
Identificación y tratamiento de la polución	s.d.	s.d.	40.9	2.2
Salud	61 686	4.4	443.3	23.6
Desarrollo social y servicios	25 212	1.8	78.1	4.2
Medio ambiente y atmósfera	60 029	4.3	21.3	1.1
Avance del conocimiento	29 775	2.1	319.0	17.0
Industria espacial civil	176 499	12.7	0	0
Defensa	151 704	11.0	2.1	0.1
Sin clasificar	s.d.	s.d.	99.3	5.3
Total	1 390 132	100.0	1 877.1	100.0

Fuente: OCDE (1998).

tura, más expuesta a problemas sociales. El objetivo del avance del conocimiento tiene una mayor importancia en México, pero el GERD de gobierno en defensa no es significativo (cerca de 1% comparado con 11% de Japón) porque el gasto militar de México es bajo (aunque ha crecido) y porque las fuerzas armadas también importan gran parte de la tecnología que requieren.

Personal en I&D

Otro insumo vital de los SNI es el personal en I&D. De la información de la OCDE (1997b; 58-59) se infiere —con las reservas del caso—⁸ que Japón tiene muchos más investigadores en I&D que México: 99 investigadores por cada 10 mil trabajadores activos, comparados con 4 por cada 10 mil en México. En el cuadro 6 registramos también que 71% del personal de I&D de Japón

⁸ Las cifras de Japón en este punto están sobreestimadas.

CUADRO 6
1995. Japón y México. Personal total de I&D por sector
de empleo y ocupación (equivalente en tiempo completo)

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
<i>Empresas</i>				
Investigadores	384 100	66.9	2 006	44.9
Técnicos	67 246	11.7	1 405	31.5
Otras ocupaciones	122 367	21.4	1 055	23.6
Total	573 713	100.0	4 466	100.0
<i>Gobierno</i>				
Investigadores	30 346	54.2	6 015	44.1
Técnicos	2 911	5.2	3 307	24.2
Otras ocupaciones	22 733	40.6	4 321	31.7
Total	55 990	100.0	13 643	100.0
<i>Educación superior</i>				
Investigadores	242 862	83.6	11 233	75.4
Técnicos	9 386	3.6	1 902	12.8
Otras ocupaciones	38 301	13.2	1 754	11.8
Total	290 549	100.0	14 889	100.0
<i>Total nacional</i>				
Investigadores	673 421	71.1	19 434	58.4
Técnicos	82 851	8.7	6 675	20.0
Otras ocupaciones	191 815	20.2	7 188	21.6
Total	948 087	100.0	33 297	100.0

Fuente: OCDE (1998).

y 58% del de México se compone de investigadores. México a su vez tiene más del doble de técnicos en I&D que Japón.

Además, en Japón 57% de los investigadores y 81% de los técnicos están en el sector empresarial, cifras mucho más elevadas que las que corresponden a la educación superior. En México sólo 10% del total de los investigadores de I&D está en el sector empresarial, 31% en el gobierno y 58% en la educación superior, mientras que el gobierno concentra a casi 50% de los técnicos.

Si analizamos el interior de cada sector institucional, en los dos países el mayor peso porcentual de los investigadores se encuentra en la educación superior, pero en Japón éstos son también muy importantes en las empresas. México tiene en comparación un menor porcentaje de investigadores en todos los sectores.

En cuanto al nivel de educación formal del personal de I&D, sólo contamos con datos acerca de México (cuadro 7), por lo que la comparación con Japón no es viable. Sabemos en todo caso que 89% de dicho personal mexicano ostenta algún tipo de diploma postsecundario, pero sólo 16% tiene grado de doctor. La gran mayoría de estos doctorados trabaja en el sector de I&D de la educación superior y sólo 5% en empresas.

CUADRO 7
1995. Japón y México. Personal total de I&D
por sector de empleo y estudios realizados
(equivalente de tiempo completo)¹

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
<i>Empresas</i>				
(Doctorados)	s.d.		(251)	(5.6)
(Otros grados universitarios)	s.d.		(2 579)	(57.7)
(Otros diplomas postsecundarios)	s.d.		(985)	(22.0)
Total de diplomas postsecundarios	s.d.		3 815	85.4
Otros	s.d.		651	14.6
Total	573 713	100.0	4 466	100.0
<i>Gobierno</i>				
(Doctorados)	s.d.		(1 291)	(9.4)
(Otros grados universitarios)	s.d.		(6 423)	(47.1)
(Otros diplomas postsecundarios)	s.d.		(3 668)	(27.0)
Total de diplomas postsecundarios	s.d.		11 382	83.4
Otros	s.d.		2 261	16.6
Total	55 990	100.0	13 643	100.0
<i>Educación superior</i>				
(Doctorados)	s.d.		(3 743)	(25.1)
(Otros grados universitarios)	s.d.		(9 270)	(62.3)
(Otros diplomas postsecundarios)	s.d.		(1 199)	(8.0)
Total de diplomas postsecundarios	s.d.		14 212	95.4
Otros	s.d.		677	4.6
Total	290 549	100.0	14 889	100.0
<i>Total nacional</i>				
(Doctorados)	s.d.		(5 317)	(16.0)
(Otros grados universitarios)	s.d.		(18 466)	(55.5)
(Otros diplomas postsecundarios)	s.d.		(5 894)	(17.7)
Total de diplomas postsecundarios	s.d.		29 677	89.1
Otros	s.d.		3 620	10.9
Total	948 087	100.0	33 297	100.0

¹ Las cifras entre paréntesis indican subtotaes.

Fuente: OCDE (1998).

La baja presencia de doctores en I&D es reflejo de un síntoma más general, el escaso desarrollo de los estudios de posgrado en México (a pesar de que los mismos están aumentando impulsados por programas especiales financiados por el gobierno). Por ese motivo, probablemente, en el SNI de México el número de técnicos en relación con el de investigadores es muy elevado.

I&D por campos de actividad científica

Las ciencias naturales e ingeniería prevalecen en I&D y en consecuencia insumen 91% del total del gasto en Japón, así como 83% en México (cuadro 8). Si analizamos los sectores institucionales encontraremos que la que invierte más en ciencias naturales e ingeniería en Japón es la empresa, y en México, nuevamente, la educación superior. Las instituciones de educación superior en Japón gastan 63% de su parte de financiamiento en ciencias naturales e ingeniería; en México, 73%. Pero en México también el gobierno es importante como ejecutor de este gasto.

CUADRO 8
1995. Japón y México. GERD por sector de desempeño
y principal campo de aplicación científico
(millones en moneda nacional corriente)

	<i>Japón</i>	<i>%</i>	<i>México</i>	<i>%</i>
<i>Empresas</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	9 395 896	?	1 158.3	98.1
Ciencias sociales y humanidades	s.d.	s.d.	21.9	1.9
Total	s.d.	s.d.	1 180.2	100.0
<i>Gobierno</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	1 349 346	97.1	1 676.5	89.3
Ciencias sociales y humanidades	40 786	2.9	200.6	10.7
Total	1 390 132	100.0	1 877.1	100.0
<i>Educación superior</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	1 874 668	62.9	1 907.0	73.2
Ciencias sociales y humanidades	1 107 518	37.1	698.8	26.8
Total	2 982 186	100.0	2 605.9	100.0
<i>Total nacional</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	13 191 183	91.5	4 753.8	83.6
Ciencias sociales y humanidades	1 217 052	8.5	933.5	16.4
Total	14 408 235	100.0	5 687.3	100.0

Fuente: OCDE (1998).

Es igualmente interesante conocer el financiamiento de I&D en ciencias sociales y humanidades, a pesar de que tal información suele concitar menos atención. En los dos países la principal patrocinadora de esta actividad es la educación superior, pero en mayor grado en Japón (91%) que en México (73%), porque en este último país el gobierno también compite en dicho renglón, con 21 por ciento.

El campo de las ciencias naturales e ingeniería es asimismo privilegiado por la cantidad de personal de I&D que contrata: 89% del total nacional en Japón y 82% en México (cuadro 9). Sin embargo, hay un matiz importante si nos detemos en cada sector, porque en la educación superior 33% del personal japonés y 29% del mexicano pertenecen al campo de ciencias sociales y humanidades.

CUADRO 9
1995. Japón y México. Personal total de I&D por sector de empleo y principal campo de aplicación científico (equivalente de tiempo completo)

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
<i>Empresas</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	573 713	?	4 212	94.3
Ciencias sociales y humanidades	s.d.	s.d.	254	5.7
Total	s.d.	s.d.	4 466	100.0
<i>Gobierno</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	52 521	93.8	12 371	90.7
Ciencias sociales y humanidades	3 469	6.2	1 272	9.3
Total	55 990	100.0	13 643	100.0
<i>Educación superior</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	194 087	66.8	10 587	71.1
Ciencias sociales y humanidades	96 462	33.2	4 302	28.9
Total	290 549	100.0	14 889	100.0
<i>Total nacional</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	844 234	89.0	27 330	82.1
Ciencias sociales y humanidades	103 853	11.0	5 967	17.9
Total	948 087	100.0	33 297	100.0

Fuente: OCDE (1998).

Por otra parte, 68% del personal de ciencias naturales e ingeniería trabaja en empresas en Japón, contra con 15% en México. Otro 23% de científicos naturales e ingenieros está en la educación superior en Japón, pero en México el mayor número está en el gobierno. Con estas cifras podemos

ver aún más claramente que el SNI mexicano reposa sobre dos pilares: la educación superior y el Estado, pues, como en muchos países en desarrollo, es insuficiente la generación de ciencia y tecnología por parte de las empresas.

El sector empresarial

Por el contrario, en Japón prevalece el sector empresarial privado en forma aplastante. Nos detendremos en el desempeño de sus firmas, comparándolas con las mexicanas. El cuadro 10 contiene números desglosados por industria del gasto total interno de las empresas en I&D (BERD).⁹ En ambos países, este gasto aplicado a la producción primaria (agricultura, caza, industria forestal, minería) es muy bajo en relación con otras actividades, particularmente la manufactura,¹⁰ que consume la mayor parte: 93% en Japón y 66% en México. En Japón es también muy importante un subsector manufacturero, el de maquinaria, instrumentos y equipo de transporte, con 61% del total del

CUADRO 10
1995. Japón y México. Gasto total interno de las empresas
en I&D (BERD) por tipo de industria
(millones de dólares constantes de 1990)¹

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
Agricultura, caza y forestación	42.8	0.09	0	0
Minería	111.8	0.2	3.6	1.1
Manufactura	42 935.3	93.4	214.1	66.3
(Maquinaria, instrumentos y equipo de transporte)	(27 867.6)	(60.6)	(68.7)	(21.3)
Electricidad, gas y suministro de agua	505.1	1.1	s.d.	s.d.
Construcción	1 000.0	2.2	0.3	0.09
Servicios	1 381.6	3.0	105.0	32.5
Total del sector empresarial	45 976.6	100.0	322.9	100.0

¹ Las cifras entre paréntesis indican subtotales.

Fuente: OCDE (1998).

⁹ BERD: "Total Business Enterprise Intramural Expenditure on R&D".

¹⁰ En la clasificación de la OCDE la industria manufacturera comprende –aparte de rubros residuales– maquinaria para contabilidad y cómputo, maquinaria eléctrica, equipo electrónico, instrumentos, vehículos automotores, barcos, e industria aeroespacial.

financiamiento empresarial en I&D y 65% del mismo en manufactura. Dicho subsector en México insume 21% del total y 32% de lo aplicado a manufactura. Por otra parte, mientras Japón tiene sólo 3% de BERD en servicios, en México es notable que este sector insuma 32% del mismo.

El gasto empresarial de I&D en manufactura es financiado casi completamente por la misma industria en los dos países (cuadro 11), pero esto equivale en Japón a 92% del BERD y en México a 66%. La diferencia se debe seguramente al distinto peso que tiene el financiamiento de I&D del sector servicios, que ya vimos es muy grande en México y muy reducido en Japón. En Japón la preponderancia de la industria de alta tecnología está obviamente en relación recíproca con el sistema nacional de innovación.

El financiamiento externo, por otra parte, es insignificante en el sector empresarial de I&D, en ambos países.

CUADRO 11
1995. Japón y México. BERD en manufactura por fuente
de financiamiento (millones en moneda nacional)¹

<i>(Financiado por:)</i>	<i>Japón</i>	<i>%</i>	<i>México</i>	<i>%</i>
(Empresas)	(8 658 117)	(92.1)	(778.3)	(66.0)
(Gobierno)	(94 102)	(1.0)	(0.1)	
(0.008)				
(Otros financiamientos nacionales)	(9 282)	(0.09)	(0)	(0)
(Financiamiento externo)	(12 858)	(0.1)	(4.1)	(0.3)
BERD total en manufactura	8 774 359	93.4	782.5	66.3
BERD total	9 395 895	100.0	1 180.2	100.0

¹ Las cifras entre paréntesis indican subtotales.

Fuente: OCDE (1998).

En el cuadro 12 vemos otro insumo del sector empresarial del SNI, el personal total de empresas (BEMP)¹¹ por industrias. En Japón casi todo este personal está en la manufactura (96%); en México, 66%. La brecha es más amplia en el subsector de maquinaria, instrumentos y equipo de transporte, que emplea 61% del total del BEMP en Japón y 9.3% en México. En términos absolutos esto implica 351 866 personas en Japón y 414 en México.

¹¹ BEMP: "Total Business Enterprise Personnel".

CUADRO 12
1995. Japón y México. Personal de R&D en empresas (BEMP)
por tipo de industria (equivalente de tiempo completo)¹

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
Agricultura, caza y forestación	643	0.1	0	0
Minería	1 363	0.2	60	1.4
Manufactura (Maquinaria, instrumentos y equipo de transporte)	553 096 (351 866)	96.4 (61.3)	2 956 (414)	66.2 (9.3)
Electricidad, gas y suministro de agua	2 898	0.5	0	0
Construcción	10 242	1.8	18	0.4
Sector servicios	5 472	1.0	1 431	32.0
Total del sector empresarial	573 713	100.0	4 466	100.0

¹ Las cifras entre paréntesis indican subtotales.

Fuente: OCDE (1998).

La mayoría de los investigadores de empresas (cuadro 13) está ubicada en el sector manufacturero en ambos países (con 96% y 67% respectivamente). Pero, como en anteriores ejemplos, aparece una brecha más amplia si en el interior del sector manufacturero observamos el subsector con mayor insumo tecnológico (maquinaria, etc.), que incluye en Japón 65% del total de investigadores en manufacturas y 63% del total de investigadores en el sector empresarial, mientras que en México las mismas cifras son de 14% y 9%. Ratificando lo anterior, el cuadro también muestra que en Japón sólo 1% del total de los investigadores del sector empresarial está en servicios, y en México, 31 por ciento.

La participación de la educación superior

Completemos el panorama con la observación del papel que representa el sector de educación superior dedicado a I&D. De partida reparamos en un hecho interesante (cuadro 14): Japón, siendo un país altamente industrializado, tiene un elevado porcentaje de su gasto interno de educación superior en I&D (HERD)¹² asignado a ciencias sociales y humanidades. Desgraciadamente la fuente no desglosa las actividades en que el mismo se

¹² HERD: "Higher Education Intramural Expenditure on R&D".

CUADRO 13

1995. Japón y México. Investigadores en empresas por tipo de de industria (equivalentes de tiempo completo)¹

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
Agricultura, caza y forestación	405	0.1	0	0
Minería	785	0.2	25	1.3
Manufactura	368 960	96.0	1 339	66.7
(Maquinaria, instrumentos y equipo de transporte)	(240 893)	(62.7)	(185)	(9.2)
Electricidad, gas y suministro de agua	1 964	0.5	0	0
Construcción	7 553	2.0	18	0.9
Servicios	4 433	1.2	624	31.1
Total del sector empresarial	384 100	100.0	2 006	100.0

¹ Las cifras entre paréntesis indican subtotales.

Fuente: OCDE (1998).

CUADRO 14

1995. Japón y México. Gasto interno de educación superior en I&D (HERD) por campo de aplicación científico (millones de dólares constantes de 1990)

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
Ciencias naturales e ingeniería	9 173.3	63.0	521.8	73.2
Ciencias sociales y humanidades	5 419.4	37.0	191.2	26.8
Total	14 592.6	100.0	713.1	100.0

Fuente: OCDE (1998).

invierte, pero su importancia hace ver que la participación de estas disciplinas en un SNI no es señal de atraso industrial o de escasez de personal en ciencias naturales e ingeniería, como sí podría indicarlo el hecho de que se privilegie el sector servicios en desmedro de la manufactura.

Observemos ahora la distribución del HERD de acuerdo con las fuentes de financiamiento (cuadro 15). No se incluye aquí información acerca del subsidio del gobierno de Japón a las universidades, pero es en todo caso evidente que el HERD de este país tiene un fuerte apoyo financiero de la misma educación superior. México está en el extremo opuesto: la principal fuente de financiamiento es el gobierno, porque importantes centros de investiga-

CUADRO 15
1995. Japón y México. HERD por fuente de financiamiento
(millones en moneda nacional corriente)¹

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
(Gasto directo de gobierno)	(210 058)	(7.0)	(745.7)	(28.6)
(Subsidio de gobierno a universidades)	s.d.	s.d.	(1 297.5)	(49.8)
Total de gobierno	s.d.	s.d.	2 043.2	78.4
Educación superior	2 697 467	90.5	465.9	17.9
Privado sin fines de lucro	4 032	0.1	12.3	0.5
Empresas	70 271	2.3	35.6	1.4
Financiamiento externo	357	0.01	48.9	1.8
Total	2 982 185 ²	100.0	2 605.9	100.0

¹ Las cifras entre paréntesis indican subtotales.

² No incluye subsidio de gobierno a universidades.

Fuente: OCDE (1998).

ción están localizados en instituciones académicas financiadas por el Estado.¹³ Por esta razón, 50% del total mexicano del HERD proviene de fondos especiales de gobierno, pero además es importante el financiamiento gubernamental directo a la educación superior, con 29% del mismo total.

Podemos añadir el personal de educación superior en I&D (HEMP;¹⁴ cuadro 16). Los porcentajes relativos a Japón indican que, tanto en el total como en la mayoría de las categorías laborales desglosadas (con excepción de los técnicos), las ciencias naturales y la ingeniería representan cerca de dos tercios del personal de I&D, mientras las ciencias sociales y las humanidades ocupan el otro tercio. No tenemos información completa desagregada sobre México, pero los totales sugieren que en el SNI mexicano –como se dijo anteriormente– el peso del personal de ciencias naturales e ingeniería (71%) es mayor que en Japón y, por tanto, es menor el papel de las ciencias sociales y las humanidades, lo que podría deberse tanto a un énfasis deliberado de las políticas públicas de desarrollo del SNI impulsadas en las últimas décadas como, en consecuencia, a un aparente superávit de ingenieros en el contexto del desarrollo actual de las profesiones en México.¹⁵

¹³ En Japón, la mayoría de las instituciones de educación superior son privadas, aunque pueden recibir apoyo financiero del Estado con fines específicos.

¹⁴ HEMP: "Higher Education R&D Personnel".

¹⁵ Según Reséndiz (2000). Tal vez el abundante número de ingenieros en México se deba a que éstos han cubierto el papel que en otros países está reservado a los técnicos, a causa del magro desarrollo de la educación técnica (Lorey, 1993).

CUADRO 16
1995. Japón y México. Personal de educación superior
en I&D (HEMP) por campo de aplicación científico
(equivalente de tiempo completo)

	Japón	%	México	%
<i>Personal en I&D</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	194 087	66.8	10 587	71.1
Ciencias sociales y humanidades	96 462	33.2	4 302	28.9
Total	290 549	100.0	14 889	100.0
<i>Investigadores</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	161 304	66.4	s.d.	s.d.
Ciencias sociales y humanidades	81 558	33.6	s.d.	s.d.
Total	242 862	100.0	11 233	100.0
<i>Técnicos</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	7 065	75.3	s.d.	s.d.
Ciencias sociales y humanidades	2 321	24.7	s.d.	s.d.
Total	9 386	100.0	1 902	100.0
<i>Otros</i>				
Ciencias naturales e ingeniería	25 718	67.1	s.d.	s.d.
Ciencias sociales y humanidades	12 583	32.9	s.d.	s.d.
Total	38 301	100.0	1 754	100.0

Fuente: OCDE (1998).

Prioridades del gasto gubernamental

Un último insumo por considerar son los desembolsos presupuestales de gobierno en I&D (GBAORD;¹⁶ cuadro 17). Se trata de fondos oficiales particularmente orientados al desarrollo de la innovación. En Japón,¹⁷ los tres objetivos principales apoyados por los GBAORD son: avance en ciencia y tecnología (CyT), energía e industria espacial civil. Pero con gran diferencia de énfasis, porque mientras el avance en ciencia y tecnología insume 51% del total, los otros dos objetivos apenas suman 28%. La mayoría absoluta de GBAORD que se aplica a ciencia y tecnología tiene dos subobjetivos: avance de la investigación y fondos generales universitarios. Estos últimos son lo principal, pues absorben 81% del dinero para CyT y 41% del total de GBAORD.

¹⁶ GBAORD: "Government Budget Appropriations or Outlays for R&D".

¹⁷ Las cifras japonesas en este cuadro no incluyen I&D en ciencias sociales y humanidades.

CUADRO 17
1995. Japón y México. Desembolsos presupuestales de gobierno
en I&D (GBAORD) por objetivo socioeconómico
(millones en moneda nacional corriente)¹

	<i>Japón</i>	%	<i>México</i>	%
Agricultura, industria forestal y pesca	85 418	3.4	96.4	2.6
Desarrollo industrial	93 820	3.7	165.4	4.5
Energía	510 077	20.4	410.4	11.1
Infraestructura de CyT	47 526	1.9	17.1	0.5
Entorno de CyT	13 972	0.5	21.8	0.6
Salud	70 813	2.8	195.0	5.3
Desarrollo social y servicios	29 160	1.1	157.9	4.3
Medio ambiente y atmósfera	31 646	1.4	162.7	4.4
(Avance de la investigación)	(241 570)	(9.6)	(963.3)	(26.0)
(Subsidio de gobierno a universidades)	(1 036 663)	(41.5)	(1 510.7)	(40.8)
Avance del conocimiento en CyT	1 278 233	51.1	2 474.0	66.8
Industria espacial civil	184 386	7.5	0	0
Defensa	154 499	6.2	0	0
Sin clasificar	0	0	s.d.	s.d.
Total	2 499 549	100.0	3 700.6	100.0

¹ Las cifras entre paréntesis indican subtotales.

Fuente: OCDE (1998).

Por parte de México, los tres principales objetivos son: avance del conocimiento en ciencia y tecnología, energía y salud. Pero el primero (67%) insume aún más que en Japón, pues los otros dos juntos representan sólo 16% de los GBAORD. Dentro del avance del conocimiento en ciencia y tecnología, 61% es canalizado por los fondos generales universitarios; éste es un porcentaje menor que el de Japón, pero en relación con el total las cifras son similares en los dos países (alrededor de 41%). Por tanto, la diferencia (aparte de la base en números absolutos) recae en la distribución de fondos por subobjetivos dentro de CyT. Incidentalmente, vemos también que la I&D en defensa ocupa en Japón 6% de GBAORD, mientras que en México no la hay.

PRODUCTOS DE LA INNOVACIÓN

Balance de pagos tecnológico

Examinamos hasta ahora datos de los SNI de Japón y México bajo la forma de insumos financieros y humanos en I&D. En las siguientes páginas analizaremos dos tipos de productos: balanza de pagos tecnológica y solicitudes de patentes. Introduciremos una perspectiva histórica (por medio de series cronológicas de 1991 a 1995 y de 1992 a 1994)¹⁸ y la comparación con los Estados Unidos, principal socio comercial de México y Japón.

La OCDE (cuadro 18) registra el balance de pagos tecnológico en millones de moneda corriente de cada país, mas un cálculo a la gruesa¹⁹ nos permite concluir que Japón obtuvo, en 1995, 51 veces más ingresos por cobro de tecnología que México, aunque sólo pagó cerca de nueve veces más por el mismo concepto. Otra perspectiva es la de la evolución de los mismos ítems en el periodo 1991-1995. En este tiempo Japón tuvo 52% de aumento de ingresos por cobros y un decremento de 0.7% por pagos. México tuvo un mayor porcentaje de incremento en ambos renglones: 220% en cobros y 147% en pagos (aunque siempre sobre la base de números absolutos muy bajos, en comparación con los de Japón). Así, Japón pasó de un déficit a un fuerte superávit en su balance de pagos tecnológico, mientras que México aumentó su déficit 130 por ciento.

CUADRO 18
1991-1995. Japón y México. Balance de pagos tecnológico
por tipo de transferencia (millones en moneda nacional corriente)

	<i>Japón</i>			<i>México</i>		
	<i>1991</i>	<i>1995</i>	<i>Incremento %</i>	<i>1991</i>	<i>1995</i>	<i>Incremento %</i>
Cobros	370 552	562 077	52.0	237	759	220.0
Pagos	394 661	391 715	-0.7	1 267	3 128	147.0
Saldo	-24 109	170 362	707.0	-1 030	-2 369	-130.0

Fuente: OCDE (1998).

¹⁸ No es posible hacer una observación más retrospectiva debido a que, por el reciente ingreso de México a la OCDE, no existe información anterior sobre el país que sea comparable con la de Japón en las fuentes estadísticas de la organización.

¹⁹ Apoyamos el cálculo de este párrafo en una equivalencia de divisas, sobre la base de sendas tasas de cambio de 94 yenes japoneses y 6.5 pesos mexicanos por dólar, en 1995.

Solicitudes de patentes

En el cuadro 19 mostramos el número y origen de las solicitudes de patentes en cada país. En Japón las solicitudes nacionales o internas fueron 2.6 veces más que las externas en 1994.²⁰ Además, en el conjunto de las solicitudes nacionales, las de no residentes son menos que las de los residentes (6.3 solicitudes de residentes por cada una de no residentes, en 1994). Sin embargo, en el periodo 1992-1994 las solicitudes del exterior aumentaron, mientras decrecían las de residentes. En compensación, las solicitudes externas formuladas por japoneses también aumentaron 8% en el mismo periodo.

CUADRO 19
1992-1994. Japón y México. Solicitudes de patentes de acuerdo
con la relación entre solicitante y oficina de patentes¹

	<i>Japón</i>			<i>México</i>		
	1991	1995	Incremento %	1991	1995	Incremento %
(Solicitudes de residentes)	(337 577)	(319 344)	(-5.4)	(565)	(498)	-12.0
(Solicitudes de no residentes)	(46 349)	(50 477)	(9.0)	(7 130)	(9 446)	32.5
Solicitudes nacionales de patentes	383 926	369 821	-3.7	7 695	9 944	29.2
Solicitudes de patentes en el exterior	129 386	140 370	8.4	315	186	-41.0

¹ Las cifras entre paréntesis indican subtotales.

Fuente: OCDE (1998).

En México, en 1994 las solicitudes de patentes nacionales fueron 53 veces más que las hechas por mexicanos en el exterior (con números absolutos también reducidos). Y, en el conjunto de las nacionales, las de no

²⁰ Pero debemos considerar que las cifras japonesas sobre solicitudes nacionales de patentes pueden estar sobreestimadas, en relación con los estándares internacionales, debido a diferentes criterios nacionales de registro (OCDE, 1998; 516). De modo que la ventaja real de Japón es un poco menor. El sistema japonés de patentes ha sido criticado por distintos motivos, entre ellos el de que hay una significativa distancia entre el número de solicitudes publicadas y la cantidad de patentes efectivamente registradas, pero a los efectos de nuestra investigación nos basta con la primera cifra.

residentes fueron 19 veces más que las de residentes. Asimismo, en 1992-1994 las solicitudes de patentes nacionales se incrementaron 29%, pero debido a los no residentes, que aumentaron su demanda 32%, mientras caía la de los residentes. Las solicitudes externas hechas desde México disminuyeron 41% en el mismo periodo. Todo apunta a una escasa inventiva nacional, si bien es de notar que existe una buena aceptación de las patentes mexicanas en el exterior, comparable a la de las japonesas (Conacyt, 1997). De modo que el problema sería más de cantidad que de calidad.

Siguiendo la misma línea, encontramos además que en 1994 las solicitudes nacionales en Japón fueron 37 veces más que las de México, y que las solicitudes en el exterior hechas por japoneses fueron 755 veces más que las de los mexicanos. Podemos concluir, a partir de estas diferencias y de las distintas historias económicas de cada país, que cuando una nación alcanza un significativo nivel de desarrollo industrial competitivo la innovación tecnológica endógena se incrementa, *aunque el país en cuestión haya sido un gran importador de tecnología* (como lo fue también Japón), y que cuando el mismo alcanza un cierto grado de innovación endógena está en condiciones de asumir cierto papel en el mercado internacional —que es donde puede ser efectivamente evaluada la competitividad tecnológica e industrial—, no sólo como proveedor de mercancías sino también como exportador de patentes.

Confirmamos esto al analizar las cifras de solicitudes de patentes de no residentes, incluido el principal socio comercial tanto de Japón como de México, los Estados Unidos (cuadro 20). En Japón es irrelevante el número de solicitudes de patentes provenientes de México, y además el mismo cayó en 1992-1994, mientras la tasa correspondiente a los Estados Unidos se incrementó (aunque en una cifra inferior al promedio de todos los países). En México las solicitudes de patentes procedentes de Japón fueron también escasas —aunque bastante más que las de México en Japón— y cayeron 3% durante los mismos años. Las solicitudes de los Estados Unidos para ser registradas en México fueron en cambio numerosas, y crecieron 42% (la tasa para todos los países solicitantes fue de 32%), siendo 23 veces más en 1994 que el total de pedidos japoneses en México.

Constan también en el cuadro 21 las solicitudes de patentes provenientes de Japón y México. Las hechas por japoneses en los Estados Unidos en 1994 fueron 152 veces más que las de japoneses hechas en México, lo que confirma la escasa presencia de Japón en México (así como su obvio interés por el mercado estadounidense).²¹ Al mismo tiempo, el número de

²¹ Pero el cuadro 21 enseña también que en 1992-1994 el número de patentes japonesas con solicitud de registro en los Estados Unidos permaneció prácticamente constante, mientras en todos los países se incrementó 8.5 por ciento.

CUADRO 20
1992-1994. Japón y México. Solicitudes de patentes de no
residentes de acuerdo con el país de origen del solicitante

	<i>Japón</i>			<i>México</i>		
	<i>1991</i>	<i>1995</i>	<i>Incremento %</i>	<i>1991</i>	<i>1995</i>	<i>Incremento %</i>
(País de origen:)						
Japón	-	-	-	270	262	-3.0
México	12	4	-67.0	-	-	-
Estados Unidos	22 325	23 880	7.0	4 358	6 191	42.1
Todos los países	46 349	50 477	9.0	7 130	9 446	32.5

Fuente: OCDE (1998).

CUADRO 21
1992-1994. Japón y México. Solicitudes de patentes en el
exterior de acuerdo con el país donde se pide el registro

	<i>Japón</i>			<i>México</i>		
	<i>1991</i>	<i>1995</i>	<i>Incremento %</i>	<i>1991</i>	<i>1995</i>	<i>Incremento %</i>
(País de registro:)						
Japón	-	-	-	12	4	-67.0
México	270	262	-3.0	-	-	-
Estados Unidos	40 267	39 941	-0.8	105	105	0
Todos los países	129 386	140 370	8.5	315	186	-41.0

Fuente: OCDE (1998).

solicitudes mexicanas en los Estados Unidos no fue importante, aunque sin duda superior a las hechas en Japón. En el periodo 1992-1994, las solicitudes mexicanas en Japón disminuyeron 67%, una baja más aguda que en la suma de todos los países. Las solicitudes mexicanas en los Estados Unidos en el mismo lapso quedaron estancadas.

CONCLUSIÓN

A partir de lo anterior, se imponen conclusiones sobre las razones del tipo de desarrollo tecnológico de cada país y las relaciones entre educación superior e innovación tecnológica.

Un dilema de los países en vía de industrialización es el aprovisionamiento de tecnología. La solución es distinta según el periodo histórico y la situación de que se trate. Casos exitosos de despegue industrial reciente en el Sudeste Asiático muestran que la tecnología puede ser suministrada por el exterior (Chen, 1979), junto con otros factores del crecimiento económico: capitales, control gerencial, cierta cantidad de mano de obra especializada, aseguramiento de mercados externos e, inclusive, convenientes relaciones políticas en el ámbito nacional o internacional.

Pero no menos importante es la participación del Estado en el desarrollo industrial y tecnológico, mediante políticas de distinto tipo (económica, comercial, industrial, tecnológica, educativa). Respecto de la tecnología se pueden diseñar, en abstracto, tres posibilidades: importación y adaptación de tecnología extranjera combinada con proteccionismo comercial en una economía cerrada; importación y adaptación de tecnología extranjera con miras a la competitividad en el mercado mundial; y la misma adaptación acompañada de generación endógena de tecnología dentro de un modelo igualmente competitivo. Simplificando un poco las cosas, diríamos que la primera opción fue en el pasado el camino de México y otros países latinoamericanos, la segunda es la de algunos países del Sudeste Asiático y la tercera, la de Japón.²²

Japón no tenía, en el momento de su despegue industrial, una integración económica importante con una poderosa economía extranjera ni tanta presión política foránea en sus asuntos internos, a pesar de la apertura forzada de 1854 y de los subsiguientes tratados inequitativos con las potencias occidentales actuantes en la región, pues éstas permanecieron absorbidas por sus intereses en China. En consecuencia, no contaba con una presencia importante del capital extranjero. Tuvo que emprender su desarrollo ante el mundo exterior combinando proteccionismo económico con nacionalismo político, pero incluyendo también (sobre todo luego de la Segunda Guerra Mundial) competitividad en el mercado mundial. En esta evolución pesaron asimismo otras causales que lo diferencian de cualquier país latinoamericano, sobre todo antes de 1945: la fuerza del factor militar en el desarrollo de la industria y, luego, la peculiar relación con los Estados Unidos en el contexto de Asia durante la Guerra Fría. El elemento político, que rebasa lo económico, no puede ser ignorado.

²² El lugar común, según el cual Japón se limita a "copiar" tecnología extranjera, no parece tener sustento en la realidad. Sugerimos en cambio que la relación entre creatividad tecnológica nacional y capacidad para la adaptación local de tecnologías generadas en el exterior es muy estrecha, sea en Japón o en otros países.

La influencia del Estado en el sistema industrial y exportador de Japón es importante, si bien los especialistas no se ponen de acuerdo acerca de su real alcance (Callon, 1995; Johnson, 1982 y 1995; Odagiri, 1992; Okimoto, 1989). Mas hay consenso en cuanto a que en la posguerra, aparte de la relación política y comercial *sui generis* con los Estados Unidos, influyó la prolongación de hecho del régimen de planeación y regulación estatal de la economía puesto en pie durante el conflicto bélico. Lo llamativo, sin embargo, es que esto no implicó mayor carga financiera y productiva para el Estado, pues ésta siempre ha recaído en grandes consorcios privados industriales y bancarios.²³ La participación directa del gobierno en la gestión y el desarrollo tecnológicos es sorprendentemente moderada, como se deduce de las cifras que acabamos de analizar. El modelo reposa en una cercana relación entre grandes negocios y política, sin duda favorecida por la permanencia de un mismo partido en el poder durante décadas, pero la autosuficiencia tecnológica de la industria es grande, al punto que incluso compete con las universidades en investigación básica de largo plazo (McMillan, 1996; Yamamoto, 1993).

Sin embargo, como lo expresan recientes informes del gobierno japonés, esta excesiva autonomía es riesgosa, cuando el país pasa por un momento de recesión y de reestructuración económicas, en que es necesario aunar al máximo las capacidades de innovación con miras a la competitividad. (Es patente, por ejemplo, que Japón se ha quedado atrás de los Estados Unidos en materia de industria de *software*.) Pero cuando un modelo de desarrollo, con su conjunto de relaciones (o, a veces, falta de relaciones) entre los actores de la innovación, ha sido exitoso, como en Japón, el peso de la inercia y la dificultad de cambio no es menor que en un SNI incipiente y en desarrollo, como el de México. Históricamente, el contacto de las empresas japonesas con las universidades se ha limitado al reclutamiento de recursos humanos.²⁴ La respuesta de los centros académicos a las exhortaciones a la vinculación es también discreta, y mucho de lo que se hace se debe a presiones de gobierno sustentadas en ofertas de estímulo

²³ Antes de 1945, éstos eran los *zaibatsu*, modalidad japonesa de los grandes monopolios, que, debido a su involucramiento en la guerra, fueron proscritos por la ocupación estadounidense. Actualmente son los *keiretsu*, redes muy expandidas que relacionan e interpenetran los grandes negocios. Algunos autores discuten que los *keiretsu* son la reconstitución de los *zaibatsu* por otros medios.

²⁴ Dadas la particularidades del sistema de educación superior de Japón, con exámenes de ingreso muy rigurosos (Amano, 1990), el criterio clave para determinar el reclutamiento laboral —aparte del prestigio de la institución en que se haya cursado estudios— es la calificación obtenida por el egresado en la prueba de ingreso a la universidad, por ser ésta a menudo la instancia de mayor competitividad académica.

los fiscales a las empresas, pero sin que se logre aún un cambio profundo en la relación entre investigación académica e industrial.

Por otro lado, en México crecientemente el motor del desarrollo ha sido el comercio con los Estados Unidos, lo que genera dos consecuencias mayores. En primer lugar, a pesar de la pertenencia de México a América Latina, por tradición histórico-cultural y por enfrentar problemas socioeconómicos similares, el país tiene una notable diferencia con el resto de la región, en cuanto a posibilidades y modalidades de desarrollo. En segundo lugar, progresivamente, se ha generado una serie de incentivos y eslabonamientos económicos que, aun antes de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, están determinando la existencia de un verdadero proceso de integración con los Estados Unidos. Es ilusorio creer que ello anulará en un horizonte cercano las grandes heterogeneidades entre los dos países, pero, puestas algunas variables críticas bajo control, estas diferencias (fundamentalmente en costos y productividad de mano de obra y en disponibilidad de capital) no dejan de ser en sí mismas un acicate a los negocios.

Desde el punto de vista tecnológico, el periodo de proteccionismo con baja competitividad internacional fue un desestímulo, por cuanto hacía viable a la industria mexicana la importación de tecnología barata pero también obsoleta. Éste es un dato generalizable a otros países latinoamericanos, con algunas variantes que se dieron en naciones con mayor desarrollo industrial como México y Brasil, que fueron capaces de formar una base científica y tecnológica propia. Pero ésta, paradójicamente, permaneció en gran parte alejada de la industria, por varios motivos aparte del recién mencionado. El conocimiento científico crece por el impulso dado a la educación, especialmente a la educación superior y, dentro de ella, a la investigación. Mas, como demuestra también el caso de Japón, no es automática la incorporación del avance intelectual nacional al aparato productivo. Lograrlo es papel de actores como el Estado, las firmas y los centros académicos, así como de una condición de entorno, los mercados o destinos para los productos.

En México, la política de vinculación de actores en pos de la innovación tecnológica tiene al Estado como principal impulsor y financiador. En la actualidad las instituciones de educación superior públicas, sobre todo como respuesta a sus problemas financieros, también se declaran dispuestas a profundizar su participación en el sistema de innovación. Pero es fundamental contar con el dinamismo de las empresas. Sin embargo (más allá de las declaraciones benevolentes de las asociaciones patronales), muchas de ellas se muestran renuentes a una vinculación efectiva, por motivos atinentes a su tamaño, sus insumos tecnológicos y los mercados a los que se orientan. Las empresas extranjeras suelen manejar tecnología importada; entre ellas, las de mayor capacidad de exportación son "maquiladoras" atraídas por el bajo

costo de la mano de obra, que siguen la misma tendencia a la autosuficiencia tecnológica con poca relación con el ambiente científico y tecnológico nacional. Otras grandes o medianas empresas nacionales también importan su tecnología y se acostumbraron incluso, en la época del proteccionismo, a beneficiarse con el atraso tecnológico. Por su parte, las pequeñas empresas y las microempresas, más vulnerables a las condiciones del entorno, son poco capaces de conectarse, sin el estímulo de programas gubernamentales o universitarios especiales, a los centros de saber que podrían darles la asesoría que requieren. Éstos, a su vez, no han desarrollado aún la sensibilidad ni la habilidad suficientes para ofrecer el apoyo requerido. La experiencia japonesa sugiere que otra forma de lograr estos flujos positivos entre conocimiento y producción es por medio de un sistema industrial integrado, con mecanismos de subcontratación entre grandes, medianas y pequeñas empresas (McMillan, 1996; Whittaker, 1997).²⁵ De ello se deriva, como es lógico, que el problema sea también de estructura del sistema industrial.

Recapitulando los resultados de esta comparación entre dos países muy disímiles, vemos que en los dos prima la escasa vinculación entre los tres actores principales de la innovación, y que en ambos el Estado es el principal interesado en colmar el vacío, aunque quizás con más intensidad relativa en México, puesto que, en tanto país en desarrollo, aquí el gobierno suple carencias de la industria. Si atendemos a dos elementos decisivos, la creatividad científica y tecnológica y el financiamiento, veremos que en Japón se concentran en gran medida en las empresas privadas y en México, en cambio, se reparten en dos ámbitos distintos (y relativamente distantes) del sector público, pues el financiamiento está a cargo del gobierno y la innovación en su mayor parte —aunque no exclusivamente— se halla en un subconjunto de instituciones públicas de educación superior y especialmente en una de ellas, la Universidad Nacional Autónoma de México, que realiza gran parte de la investigación nacional.

Tanto en Japón como en México las empresas han visto las instituciones de educación superior, sobre todo, como proveedoras de cuadros calificados cuya capacitación final queda a cargo de las mismas firmas, por lo cual tampoco hay tanta preocupación de la iniciativa privada por los currículos universitarios.²⁶

²⁵ Estas pequeñas y medianas empresas japonesas cuentan también a veces con asesoría de instituciones académicas. No obstante hay que anotar que ofrecen condiciones salariales y laborales menos ventajosas y que son más vulnerables al ciclo económico.

²⁶ Ya vimos que en Japón se presta más atención a la calificación que el candidato a ser contratado obtuvo en el examen de ingreso a la educación superior, y en éste lo que se controla son más las habilidades básicas que las especializadas. En México, las demandas curriculares de las empresas se han concentrado en algunas universidades privadas, que cuentan con

Por otro lado, a diferencia de los Estados Unidos y Europa Occidental, la industria militar pesa poco en la investigación y en el gasto presupuestal de México y Japón (aunque bastante más en este último). La interpenetración típicamente estadounidense de los sectores industrial, gubernamental y universitario de investigación fue sin duda profundizada durante los periodos de guerra, fría o caliente. Sin embargo, no se puede hacer de esto un factor unilateral de explicación de un menor grado de interacción en los casos de Japón y México.

En cuanto al papel de los mercados externos como estímulo a la innovación, México y Japón sienten muy directamente la evolución económica estadounidense, así como sus políticas comerciales, pero desde posiciones opuestas, pues mientras México es financiera y tecnológicamente dependiente de los Estados Unidos, éstos dependen de Japón para el abastecimiento de su mercado interno y el financiamiento de su presupuesto (lo que es fuente de constantes fricciones).

Mirando al futuro, hemos aventurado la posibilidad de que México logre una mejor relación entre los tres sectores de su SNI, partiendo del actual papel del Estado como promotor y financiador del progreso tecnológico. Pero para esto sería necesario que la iniciativa privada tomara también su parte como ejecutora y financiadora de la investigación, que se lograra la participación de las pequeñas y medianas empresas y que la capacidad exportadora fuera más allá de la industria petrolera y de las "maquiladoras". Para Japón, en cambio, en tanto gran potencia financiera y exportadora, el reto será lograr superar el "espléndido aislamiento" de su industria respecto de los demás actores de la innovación tecnológica, incluido el gobierno.

BIBLIOGRAFÍA

- Amano, Ikuo, *Education and Examination in Modern Japan*, Tokio, University of Tokyo Press, 1990.
- Callon, Scott, *Divided Sun*, Stanford, Stanford University Press, 1995.
- Casas, Rosalba y Matilde Luna (coords.), *Gobierno, academia y empresas en México*, México, UNAM, 1997.

especial apoyo de la iniciativa privada. Este tipo de orientación se puede dar también en instituciones públicas (particularmente en las universidades tecnológicas, creadas para generar técnicos para la industria), pero no contamos con información detallada al respecto.

- Casas, Rosalba y Giovanna Valenti (coords.), *Dos ejes en la vinculación de las universidades a la producción*, México, Plaza y Valdés, 2000.
- Cimoli, Mario (ed.), *Developing Innovation Systems. Mexico in a Global Context*, Londres y Nueva York, Continuum, 2000.
- Conacyt, *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas 1996*, México, Conacyt, 1997.
- Chen, Edward K.Y., *Hyper-Growth in Asian Economies*, Londres, Mac Millan, 1979.
- Fajnzylber, Fernando, *La industrialización trunca de América Latina*, México, Nueva Imagen, 1983.
- Goto, Akira y Hiroyuki Odagiri, *Innovation in Japan*, Oxford, Clarendon Press, 1997.
- Guide to Patent Application Procedures in Japan*, s.f. (folleto).
- Hayashi, Takeshi, *The Japanese Experience in Technology: From Transfer to Self-Reliance*, Tokio, United Nations University Press, 1990.
- Johnson, Chalmers, *MITI and the Japanese Miracle*, Stanford, Stanford University Press, 1982.
- , *Japan: Who Governs?*, Nueva York, W.W. Norton, 1995.
- Lorey, David, *The University System and Economic Development in Mexico since 1929*, Stanford, Stanford University Press, 1993.
- McMillan, Charles J., *The Japanese Industrial System*, Berlín, Walter de Gruyter, tercera edición, 1996.
- Ministry of Education, Science, Sports and Culture. Japan, *Japanese Government Policies in Education, Science, Sports and Culture 1995. Remaking Universities: Continuing Reform of Higher Education*, Tokio, 1996.
- , *Japanese Government Policies in Education, Science, Sports and Culture 1997. Scientific Research: Opening the Door to the Future*, Tokio, 1998.
- Ministry of International Trade and Industry. Japan, *Issues and Trends in Industrial/Scientific Technology. Towards Techno-Globalism*, Tokio, 1992.
- Nonaka, Ikujiro y Takeuchi, Hirotaka, *The Knowledge-Creating Company*, Oxford University Press, 1995.
- OCDE, *National Innovation Systems*, París, OCDE, 1997a.
- , *OECD in Figures. Statistics on the Member Countries*, París, OCDE, 1997b.
- , *Basic Science and Technology Statistics*, París, OCDE, 1998.
- Odagiri, Hiroyuki, *Growth through Competition, Competition through Growth*, Oxford, Clarendon Press, 1992.
- Okimoto, Daniel I., *Between MITI and the Market. Industrial Policy for High Technology*, Stanford University Press, 1989.
- Piore, Michael y Clemente Ruiz Durán, "Industrial Development as a Learning Process: Mexican Manufacturing and the Opening to Trade", en

- Mitsuhiro Kagami *et al.*, *Learning, Liberalization and Economic Adjustment*, Tokio, IDE, 1998.
- Reséndiz Núñez, Daniel, *Futuros de la educación superior en México*, México, Siglo XXI Editores, 2000.
- Schoppa, Leonard J., *Education Reform in Japan. A Case of Immobilist Politics*, Londres, Routledge, 1991.
- Science and Technology Agency. Japan, *Annual Report on the Promotion of Science and Technology 1998. In an Era of Change*, Tokio, 1998a.
- , *White Paper on Science and Technology 1997. Striving for an Open Research Community*, Tokio, 1998b.
- Whittaker, D.H., *Small Firms in the Japanese Economy*, Nueva York. Cambridge University Press, 1997.
- Yamamoto, Shinichi, "Reorganization of Research in the Mass Higher Education System in Japan: Will Japan Create Centers of Excellence at Universities?", en Hajime Eto (ed.), *R&D Strategies in Japan*, Elsevier, Amsterdam, 1993.