



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**“EL FACTOR TECNOLÓGICO Y EL
CRECIMIENTO ECONÓMICO”**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A:

SERGIO LOBATO JARA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. CLEMENTE RUÍZ DURÁN



MÉXICO, D. F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Quiero agradecer en primer lugar a mis padres, por todo el amor, esperanza, confianza y esfuerzo que incondicionalmente han puesto en mí. Ninguna palabra puede tener un significado tal que represente mi infinito amor y enorme gratitud hacia ustedes, Malenita y Enrique. A quienes dedico esta investigación.

José Luis, Patricia, Jaime, Gustavo, Javier, Miguel, Oscar, Edgar, Julio, Raúl y Carlos. Que también han sido y serán parte de mí y yo de ellos, gracias por su amor, apoyo y esfuerzo. Para todos mis sobrinos y cuñadas que también son parte importante de esta formidable familia.

Clemente quien con su enorme paciencia y ayuda desinteresada, ha sido esencial para que vea realizado este proyecto.

Finalmente, a todos aquellos que en algún momento de mi vida, han logrado para bien influir en ella, también les dedico este trabajo.

Índice

Prólogo.....	<i>i</i>
Justificación.....	<i>iii</i>
Objetivos	<i>v</i>
Hipótesis	<i>vi</i>

Capítulo I. Marco teórico relación crecimiento económico-factor

tecnológico	1
I.1 Ciencia, tecnología y técnica	1
I.2 Acepciones del progreso técnico	2
I.3 Enfoques teóricos y el factor tecnológico	3
I.4 Clásica	3
I.5 Neoclásica	6
I.5.1 Formalización sintética del modelo neoclásico	6
I.6 Economía de las Ideas	10
I.6.1 Formalización sintética del modelo de Romer	11
I.6.1.1 Ecuaciones de acumulación para el capital y el trabajo	12
I.7 Institucionalismo	15
I.7.1 Costos institucionales	16
I.7.2 Importancia de las instituciones y cambio institucional	18
I.7.3 Cambio tecnológico y cambio institucional	21
I.8 Evolucionista	23

Capítulo II. Estado de la ciencia y la tecnología en países seleccionados26

II.1 Gasto en Ciencia y Tecnología por país	27
II.2 GIDE por tipo de actividad	35
II.3 Recursos Humanos en Investigación y Desarrollo Experimental	37
II.4 Indicadores de producción de la IDE	38
II.4.1 Indicadores bibliográficos	39

II.4.2 Impacto bibliográfico mundial por campo de la ciencia	40
II.4.3 Patentes	42
II.4.4 Balanza de pagos tecnológica	45
II.4.5 Comercio exterior de BAT	47
Capítulo III. El esfuerzo mexicano hacia la consolidación de una plataforma en ciencia y tecnología	53
III.1 Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología (GNCyT)	53
III.2 Gasto Interno en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE)	58
III.3 Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (ARHCyT)	60
III.4 Producción científica y tecnológica	67
III.4.1 Indicadores bibliográficos	67
III.4.2 Patentes	72
III.4.3 Balanza de Pagos Tecnológica de México	77
III.4.4 Comercio exterior de Bienes de Alta Tecnología (BAT) en México	78
III.5 Avances institucionales hacia el desarrollo científico y tecnológico de México	81
III.5.1 Disponer de una política de Estado en Ciencia y Tecnología	81
III.5.2 Incrementar la capacidad científica y tecnológica del país	82
III.5.3 Elevar la competitividad y la innovación de las empresas	89
Capítulo IV. Recomendaciones para el fortalecimiento de la ciencia y la tecnología en México	95
IV.1 Es fundamental incrementar y continuar con el apoyo del Sector Público para el desarrollo de la CyT	97
IV.2 El sistema de ciencia y tecnología debe enfrentar el desafío en la búsqueda de mayores resultados de la investigación y la respuesta a necesidades sociales	98
IV.3 Se requiere establecer un nuevo sistema de relación entre universidades y empresas, sobretodo por la aparición de nuevos sectores industriales con fuerte contenido científico, que constituyen la base de la innovación productiva	99
IV.4 Una política tecnológica debe estar constituida a su vez, por una serie de estrategias que permitan la acción desde distintas áreas: en innovación, formación y educación, transferencia de tecnología; además de una política comercial que involucre al factor tecnológico	101
IV.4.1 Política de Innovación	101

IV.4.2 Políticas de Difusión de Tecnología	102
IV.4.3 Políticas de Transferencia de Tecnología	103
IV.4.4 Política de Formación y Aprendizaje	107
IV.4.5 La política comercial y la tecnología	108
IV.5 Consideraciones en la elaboración de un plan de ciencia y tecnología en países en desarrollo	109
Conclusiones	111
Bibliografía	

Prólogo

La tecnología se encuentra muy interrelacionada con las ciencias y las técnicas. El cambio técnico o tecnológico en la teoría económica se toma como sinónimo de esta interrelación. El efecto del cambio tecnológico es el progreso técnico, que puede ser el aumento de la productividad de los factores de la producción, mejoras en la calidad de un producto, o la producción de bienes completamente nuevos. Esta interconexión ha provocado que se realicen diversos conceptos y planteamientos teóricos que reflejan los esfuerzos por revelar las causas y efectos que tiene el cambio tecnológico en el crecimiento económico. Sin embargo, los significativos avances teóricos en torno al cambio tecnológico, aunque son esquemas de razonamiento útiles, su capacidad explicativa es reducida al enfrentarse con la realidad.

Por su parte, los indicadores directos o indirectos con los que se mide el avance en ciencia y tecnología a nivel mundial, muestran que, en materia de investigación y desarrollo tecnológico, México presenta un rezago considerable respecto al nivel de países industrializados. Incluso países de similar desarrollo, han diseñado estrategias para aprovechar de mejor forma el entorno internacional.

Aunque existen esfuerzos hacia la consolidación de una infraestructura científico y tecnológica en el país, cuyos ejes principales son disponer de una política de Estado en ciencia y tecnología, el incremento de la capacidad científica y tecnológica nacional, además del aumento de la competitividad e innovación de las empresas. Los avances se limitan a algunas modificaciones al marco legal y normativo en materia de ciencia y tecnología, a la creación de consejos estatales de ciencia y tecnología; a incentivos fiscales para empresas que invierten en investigación y desarrollo; y a la conformación de alianzas público-privadas, y de participación conjunta con otros países, para la investigación y desarrollo tecnológico.

Un hecho importante es que la ciencia y la tecnología son vitales para cualquier país que tenga como objetivo el desarrollo y la generación creciente de bienestar, por lo que resulta necesario plantearse una verdadera política científica y tecnológica de fondo. Donde el diseño de la política sea a partir de la propia herencia cultural, recursos naturales, estructura industrial y la definición de fortalezas y superación de las debilidades propias.

Justificación

A lo largo de la historia del ser humano, el elemento que define la evolución en las condiciones como se relaciona e interactúa con el medio ambiente y con los de su especie es sin lugar a dudas el conocimiento, adquirido y aquél que se transmite de forma innata. El conocimiento ve su materialización en sistemas, métodos, técnicas y procesos; de los que se derivan fundamentalmente bienes y servicios que adquiere cualquier sociedad en el mundo, con un costo para cada uno de ellos. Se afirma que, el cambio tecnológico es una de las formas como el conocimiento se manifiesta dentro del ámbito económico de una sociedad.

El término con el que se incorpora a la tecnología en los modelos de la teoría del crecimiento, es el cambio tecnológico; cuyo efecto se presenta como progreso técnico o tecnológico en una función de producción.

Aunque el progreso tecnológico es una causa del aumento en la eficiencia de los factores de la producción; lo anterior no explica el origen de esta mejora. A la vez que descarta cualquier cambio intrínseco de la fuerza de trabajo, como son las habilidades, y del capital.

Por lo que suponer que el progreso tecnológico tiene lugar a una tasa proporcional constante está sometido a severas críticas. Autores como Nordhaus, Kennedy y Thirlwall concuerdan que el progreso técnico no se produce por accidente sino a través de la asignación deliberada de recursos hacia actividades que generan resultados en la persecución de fama, beneficios, o ambas cosas a la vez. En su tiempo Schumpeter destacó que las mejoras de la productividad y, en concreto, los avances que en el bienestar material se pueden producir entre la población se deriva precisamente de la introducción de cambios y mejora en los procesos productivos.

Por lo anterior, el interés de esta investigación es asumir el papel relevante que tiene la tecnología en el crecimiento económico de una nación, y con base en esto se plantean aquellos elementos que permiten estimular este factor, así como la importancia de contar con un sustento institucional para su desarrollo.

Objetivo general

El objetivo de la presente investigación consiste en reflexionar entorno al importante papel que tiene la tecnología para el crecimiento económico.

Objetivos particulares

- Definir a la tecnología en el contexto económico.
- Precisar la importancia de la tecnología dentro de las teorías del crecimiento, así como del término con el que se incorpora a los enfoques.
- Exponer los elementos clave que han impulsado el desarrollo de la ciencia y la tecnología en países seleccionados.
- Determinar cuál es la condición de la plataforma en ciencia y tecnología en México.
- Conformar los puntos esenciales hacia el fortalecimiento de la ciencia y la tecnología en México.

Hipótesis

La hipótesis de esta investigación surge por la necesidad de explorar y comprender mejor las implicaciones que tiene el desarrollo del factor tecnológico para el crecimiento de una economía. En este sentido, los avances de la teoría económica del crecimiento se han centrado en descifrar las causas y efectos que desencadena la tecnología dentro de la expansión de una economía. Por lo tanto, se reconoce que el avance tecnológico permite que puedan producirse más bienes utilizando las mismas cantidades de factores, u obtener la misma cantidad de bienes con cantidades menores de uno o más factores, que los productos existentes mejoren su calidad, o que se produzcan bienes completamente nuevos. Un hecho evidente es que países muy industrializados como Estados Unidos, Japón, Alemania, o Francia; así como aquellos que han experimentado un crecimiento económico amplio y rápido, caso China y Corea; son naciones que se caracterizan por destinar un porcentaje importante de su Producto Interno Bruto, al fomento y consolidación de una plataforma científica y tecnológica. Con el claro objetivo de hacer a sus economías más competitivas en el entorno internacional, con especialización en tecnologías de vanguardia como la microelectrónica, biotecnología o las tecnologías de la información y comunicación; que son actividades generadoras de alto valor agregado.

Por lo anterior, se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

La tecnología no sólo es un factor que permite el crecimiento a corto y mediano plazo; ya que si se mantiene dinámico en el tiempo, es un elemento clave para lograr el crecimiento sostenido de la economía. Las naciones que mantienen incentivos sobre este factor dan cuenta de ello.

Marco teórico: relación crecimiento económico-factor tecnológico.

Una de las premisas en esta investigación es resaltar la importancia que tiene el factor tecnológico sobre uno de los procesos clave para cualquier nación: el crecimiento económico.

Acorde con los avances teóricos encaminados a descifrar las causas y efectos que desencadenan la expansión de una economía; se han desarrollado diversos planteamientos que buscan explicar alguno de estos aspectos. El estudio de este tema, comprende desde el análisis de los factores que intervienen en el proceso productivo hasta aquellos elementos que se establecen fuera del ámbito económico, pero que tienen una fuerte incidencia en el desempeño de una economía.

Para llegar a conformar una visión que comprenda mejor la relación que existe entre la tecnología y el proceso de crecimiento, se hace una revisión de las ideas más relevantes en cuanto a la incorporación de la tecnología al tema del crecimiento económico.

Antes de entrar a los distintos enfoques, es pertinente marcar las diferencias entre algunos conceptos relacionados con la tecnología y también de aquellos con los que se incorpora a los planteamientos teóricos que aquí se abordan.

I.1 Ciencia, tecnología y técnica

Los conceptos de ciencia, tecnología y técnica; aunque se encuentran interrelacionados, son términos diferentes. Por un lado se puede decir que las técnicas son previas a la ciencia ya que ésta sistematiza el conocimiento aplicado; y por otro, que la tecnología es posterior a ambos y es el conocimiento aplicado en la esfera productiva, que se deriva y apoya en los conocimientos científicos. La tecnología se desarrolla a partir de los avances

científicos, pero también las ciencias dependen de los desarrollos tecnológicos; y a pesar de las diferencias entre ciencia, técnica y tecnologías, éstas evolucionan conjuntamente¹. Para los fines de esta investigación, la interrelación entre los conceptos siempre estará implícita aún cuando se hace referencia al factor tecnológico.

I.2 Acepciones del progreso técnico

Es importante señalar que dentro de los distintos enfoques teóricos, el factor tecnológico toma diversas acepciones, con una gran variedad de significados y términos muy relacionados como son el progreso técnico que desglosa la productividad de los factores de trabajo y del capital en la teoría neoclásica; o la fuerza productiva social en el marxismo y que es un concepto que agrega a las fuerzas del mercado, del trabajo y del capital, tanto la ciencia como las técnicas; o la del espíritu innovador del emprendedor con Schumpeter. Aunque en general, se adopta el término de cambio técnico o tecnológico.

Jones Hywel señala que es importante distinguir entre los efectos del cambio tecnológico y el propio cambio tecnológico. Afirma que el efecto de éste es el progreso técnico y que tiene varios significados; *i)* que puedan producirse más bienes utilizando las mismas cantidades de factores, o se pueda obtener la misma cantidad de bien con cantidades menores de uno o más factores; *ii)* que los productos existentes mejoren su calidad; o *iii)* que se produzcan bienes completamente nuevos².

Por lo anterior, es indudable que el cambio tecnológico es uno de los determinantes más importantes de la configuración y evolución de la economía; que ha mejorado las condiciones de trabajo, proporcionado un incremento en la producción de bienes nuevos y

¹ Corona Treviño, Leonel. Coordinador. Teorías Económicas de la Innovación Tecnológica. Instituto Politécnico Nacional. México, 2002.

² Jones, Hywel G. Introducción a las teorías modernas del crecimiento económico. Traducción de Eugenia Aguilo y Antonio Menduina. Bosch. Barcelona, 1979.

convencionales, al mismo tiempo que ha aportado muchas dimensiones nuevas a nuestra forma de vida.

I.3 Enfoques teóricos y el factor tecnológico

Las aportaciones al estudio de la tecnología no necesariamente se correlacionan con las corrientes principales sino con desarrollos teóricos específicos; por ello en esta investigación se consideran además, otros planteamientos que a pesar de tener un menor desarrollo, contribuyen a mejorar la comprensión del factor tecnológico.

Enfoques teóricos relacionados con el factor tecnológico



I.4 Clásica

Entre los planteamientos de la denominada escuela clásica, se encuentran las ideas de Adam Smith, quien consideraba que una nación se enriquece al crecer el volumen de bienes que pueden ser producidos y consumidos. Que este volumen aumenta al crecer la acumulación de capital, y la acumulación tiene lugar, si el producto neto es destinado al empleo productivo cuyo excedente da lugar a la acumulación de capital. Esta acumulación

conlleva necesariamente al progreso técnico, dado el aumento de la división del trabajo. Por lo que la división del trabajo conduce, en condiciones de igual introducción de trabajo en el proceso productivo, a un aumento de la producción. La consecuencia de la división del trabajo consistirá en un producto neto mayor, que permanecerá en poder del capitalista, sirviendo luego para aumentar el número de trabajadores productivos y, con ello, la riqueza de las naciones³. Finalmente, el incremento de la división del trabajo para Adam Smith conlleva un aumento de la tasa de ganancia.

En cambio, para David Ricardo va a ser la existencia de una productividad marginal decreciente de la tierra, el obstáculo fundamental de un menor crecimiento en la economía. Plantea el problema de la caída de la tasa de ganancia a medida que avanza el proceso de acumulación; situación que puede ser causa de una caída de la productividad del trabajo. Considera que la única condición que puede frenar la caída de la tasa de ganancia a medida que avanza el proceso de acumulación, es el efecto de un progreso técnico exógeno que influye sobre la productividad del trabajo en el sector que produce la mercancía-salario⁴.

Para Karl Marx, el progreso técnico desempeña un papel muy importante, al menos en dos aspectos, en la teoría del ciclo y en la teoría de la caída tendencial de la tasa de ganancia. Al igual que para Smith y Ricardo, para Marx la ganancia es reinvertida en su totalidad, y aunque se supone que a medida que crece la acumulación, las técnicas mejoran la productividad del trabajo; a diferencia de Smith y Ricardo, aquí el nivel del salario unitario no está dado independientemente de la acumulación. Por el contrario, si el ahorro de trabajo, determinado por el continuo progreso técnico es inferior al aumento de la demanda de trabajo determinado por la acumulación, se reducirá el ejército industrial

³ Hoselitz, Berthold Frank. Teorías del crecimiento económico. Traducción de Julio Cerón. Herrero, hnos. Mexico, 1964.

⁴ Primit Chaudhuri, Economic Theory of Growth, ed. Harvester Wheatsheaf, Great Britain, 1989.

de reserva (el sector de los desempleados). El aumento de la fuerza contractual de los trabajadores ocupados impulsará constantemente hacia arriba el salario unitario, hasta llegar a un punto en el cual la tasa de ganancia alcanzará un nivel inferior a la tasa de ganancia inicial. De ahí se deduce que un descenso de la tasa de acumulación hasta el punto en el que la reducción del empleo, inducida por el progreso técnico, se impondrá al modesto crecimiento de la demanda de trabajo; se modificará el ejército industrial de reserva, lo que, reduciendo el espacio contractual de los trabajadores, arrastrará hacia abajo el salario; este conjunto de factores, junto al continuo progreso técnico, impulsará hacia arriba la tasa de ganancia y la acumulación.

A pesar de que la ley marxiana del valor-trabajo posee una sólida base lógica, el problema reside en la incapacidad para definir la tasa de ganancia sobre la base del conocimiento exclusivo de los valores. Para Marx, la acumulación capitalista implica el uso de técnicas que exijan un incremento del capital constante superior al aumento del capital variable. Sin embargo, si no existe escasez de inputs al crecer el output, dado que las técnicas han sido introducidas por los capitalistas que tienen como objetivo la tasa de ganancia máxima, no se entiende por qué los capitalistas tendrían que introducir técnicas que les son desfavorables, cuando podrían ampliar la producción simplemente reproduciendo a mayor escala las técnicas viejas⁵.

Por otro lado, Joseph Schumpeter da un mayor énfasis al proceso de innovación como motor del desarrollo capitalista. La innovación abarca el mejoramiento de las técnicas de producción, la elección de técnicas alternativas; además de la invención de nuevos productos o el mejoramiento cualitativo de los existentes. Según Schumpeter, la competencia entre los productores de una hipotética economía, empuja los precios hacia un nivel bajo, que en un momento, la tasa de ganancia se reduce a cero; pero el sistema

⁵ Prमित, Chaudhuri. *Op. Cit.*

capitalista no permanece nunca en una situación de inmutabilidad estructural. Siempre existirán los empresarios que para gozar de una tasa de ganancia positiva, innovarán técnicas de producción o inventarán un nuevo producto. Aunque la innovación se produce sólo de vez en cuando, el proceso de difusión es continuo. Para Schumpeter el progreso técnico explica también la teoría del ciclo económico⁶.

Los avances teóricos que hasta aquí se habían desarrollado, proponen una visión del sistema económico que se basa en la capacidad de reproducirse; y en donde la distribución del producto neto entre las clases que participan en el proceso productivo, es exógena.

I.5 Neoclásica

Por su parte, los teóricos de la escuela neoclásica poseen una visión del sistema económico basada en la escasez de los factores de la producción y en la distribución endógena del producto a los factores, según la contribución que ellos le otorgan a la producción. Introducen una valiosa herramienta para el análisis del crecimiento, que es la función de producción agregada. Esta función, tiene la propiedad de sintetizar en un cuerpo único las condiciones tecnológicas y distributivas de un sistema económico en equilibrio de pleno empleo; al mismo tiempo, representa todo el abanico de técnicas a disposición del sistema económico para obtener un producto.

I.5.1 Formalización sintética del modelo neoclásico

Esta es una visión fundamentalmente cuantitativa, donde el desarrollo económico se expresa a través del crecimiento del producto. Toda unidad productiva combina dos

⁶ Schumpeter, Joseph. Teoría del desarrollo económico. Fondo de Cultura Económica. México, 1978.

factores para obtener un determinado producto: el capital y el trabajo. Esta combinación se expresa a través de la función de producción⁷.

$$Q = f(K, L)$$

Donde: Q es la cantidad de producto obtenido, K es el capital aportado a la producción y L es el trabajo aportado a la producción.

La función de producción más utilizada es la llamada Cobb-Douglas.

$$Q_t = Ae^{\lambda t} K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

Por lo que,

Q_t : cantidad de producto obtenido en el tiempo t .

K_t : monto de capital aportado en el tiempo t

L_t : cantidad de trabajo invertido en el tiempo t

A : es una constante

λ : tasa de crecimiento de la productividad del factor total

α : participación del capital y del trabajo en el producto total.

Esta ecuación establece otra posible fuente de incremento del producto sin aumentar la aportación de los factores de la producción; dicha fuente corresponde a la productividad del factor total definida como λ . Es decir, con la misma aportación de recursos se logrará una mayor producción.

⁷ Lara Rosano, Felipe, Coord. Tecnología. Conceptos, problemas y perspectivas. Siglo XXI. México, 1998.

En la década de los sesenta se consideró que el progreso técnico podía representarse a través del incremento de la productividad λ . Una línea de estudio consistió en cuantificar la aportación del progreso técnico a la producción final.

Robert Solow consideró que la incorporación de tecnología correspondía al diferencial obtenido entre la producción real y la estimada de acuerdo con la función de producción. Esto es que el progreso técnico se expresaría a través del incremento de la productividad de los factores⁸.

Esta representación generó diversas objeciones; ya que el desarrollo de nuevos productos no necesariamente incrementa la productividad, aunque es una expresión del progreso técnico; además le ofrece a la empresa ventajas comerciales que le permiten mantenerse y/o acrecentar su mercado.

Para responder a tales consideraciones, se propuso la inserción explícita del progreso técnico en la función de producción.

$$Q_t = Ae^{\lambda t} C_t^\gamma K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

Donde C corresponde al stock de conocimientos; y γ, α, β son constantes cuya suma es igual a 1.

Con base en esta ecuación, la visión neoclásica del crecimiento económico asume que el crecimiento de una ciudad, región o nación está determinado por su tasa de crecimiento poblacional, su tasa de crecimiento de la inversión y su tasa de crecimiento tecnológico.

El crecimiento poblacional permite el incremento del factor trabajo (L), la inversión provoca un aumento del factor capital (K) y el crecimiento tecnológico, del factor conocimientos (C).

⁸ Solow, Robert M., La Teoría del Crecimiento, una exposición. Fondo de Cultura Económica. México, 1982.

El problema que plantea la ecuación radica en la manera en que se podría expresar el valor de C y, principalmente, de la constante γ ; ya que se propuso la estimación de dicha constante a través de la participación de los gastos de inversión y desarrollo (IyD).

Este planteamiento tuvo objeciones, por que los gastos en IyD con frecuencia repercuten en la producción de periodos posteriores, por lo que la función propuesta no podría expresar adecuadamente los efectos de tales gastos en la producción del mismo periodo en que se efectúan; además, no todo el stock de conocimientos incorporado a la producción corresponde a actividades de IyD. El incremento en el conocimiento puede concretarse en otros aspectos como una mejor organización del trabajo, una mejor y mayor utilización racional del capital disponible, etc.

En conclusión, el modelo de crecimiento neoclásico consiente reflexionar que la acumulación de factores y su eficiencia, permiten que algunos países sean ricos mientras que otros no; esto si se toma a la tecnología y la acumulación de factores como variables exógenas. Algo claro es que la estructura de Solow es un apoyo exitoso para comprender la amplia variación en la riqueza de las naciones, los países que invierten una gran cantidad de sus recursos en capital físico y en la acumulación de habilidades; y que además los utilizan en forma productiva, son ricos. Así que los países que no cumplen con una o más de estas dimensiones sufren la correspondiente reducción en el producto o ingreso.

Pero no es posible analizar los determinantes del propio cambio tecnológico; por lo que, con estos modelos se registra un desplazamiento del objetivo de la investigación sobre el progreso técnico, que no reside ya tanto en el estudio de los efectos del progreso técnico sobre la tasa de crecimiento del sistema, sino en el estudio de los efectos originados por él sobre la extensión de las innovaciones a través de la estructura productiva. Esa imposibilidad de la función de producción ampliada permite volver a considerar con mayor

atención una teoría del progreso técnico semejante a la elección de las técnicas, como sucede en el enfoque clásico.

En los intentos por incorporar dentro de los enfoques teóricos al cambio tecnológico, se enfatiza el planteamiento desarrollado por Paul Romer cuyos avances en cuestión de la relación economía de las ideas y crecimiento económico, se exponen a continuación.

I.6 Economía de las Ideas

En este enfoque las ideas mejoran la tecnología de la producción y una nueva idea permite a un determinado grupo de insumos obtener más o mejor producción. Paul Romer formalizó la relación entre la economía de las ideas y el crecimiento económico en:



La característica implícita en las ideas es la no rivalidad entre sí, lo que implica la presencia de rendimientos crecientes a escala; y en la formalización de un modelo con investigación intencional, es necesaria la competencia imperfecta⁹.

La no rivalidad de las ideas significa que una vez que se ha creado una idea, cualquiera que tenga conocimiento de la misma puede aprovecharse de ella. Sin embargo, el uso de ideas puede restringirse parcialmente por medio de los derechos de autor y registro de patentes que permiten el cobro por su uso.

Si se reconoce la relación entre idea y costo fijo, se revela el vínculo con los rendimientos crecientes; una vez que se desarrolla un producto cada unidad adicional se produce con rendimientos constantes a escala. En la producción se aprecia como un costo fijo y un costo marginal constante. Aunque el costo marginal de producción es constante, el costo

⁹ Jones, Charles I., Introducción al crecimiento económico, 1ª Edición, Edit. Pearson Educación, México, 2000.

promedio va disminuyendo. Con niveles de producción más altos, el costo fijo se distribuye entre más y más unidades, por lo que el costo promedio disminuye con la escala. Las empresas invertirán sólo si pueden cobrar un precio más alto que el costo marginal que les permita recuperar el costo fijo de crear el bien en primer lugar. Por último, la producción de nuevos bienes, o de nuevas ideas, requiere la posibilidad de obtener ganancias y, por consiguiente, requiere de la competencia imperfecta.

Una característica básica dentro de la economía de las ideas es que incluye costos de una sola vez potencialmente grandes para crear invenciones. Los inventores no incurrirán en grandes costos de una sola vez, a menos que tengan ciertas expectativas de estar en posibilidad de obtener beneficios después de crear el invento.

I.6.1 Formalización sintética del modelo de Romer

Hay dos elementos principales en el modelo del cambio tecnológico endógeno: una ecuación que describe la función de producción y un grupo de ecuaciones que describen cómo evolucionan en el tiempo los insumos para la producción¹⁰.

La función de producción agregada en el modelo de Romer, tiene su base en la desarrollada por Solow, en la que se describe cómo las existencias de capital, K , y el trabajo, L_Y , se combinan para dar como resultado la producción, Y , utilizando la existencia de las ideas, A :

$$Y = K^\alpha (AL_Y)^{1-\alpha}$$

donde α es un parámetro entre 0 y 1.

¹⁰ Romer, Paul. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. Vol. 98, No. 5, Oct. 1990. pp. S71-S102.

— Increasing Returns and Long-Run Growth," *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5 (Oct. 1986), pp. 1002-1037.

Para un determinado nivel de tecnología, A , la función de producción muestra rendimientos constantes a escala en K y en L_Y . Sin embargo, cuando se reconoce que las ideas (A) también son un insumo a la producción, entonces hay rendimientos crecientes. Es decir, la función de producción muestra rendimientos constantes a escala, con relación a los insumos de capital y de trabajo y, por consiguiente, tiene que mostrar rendimientos crecientes con relación a los tres insumos: si se duplica el capital, el trabajo y las existencias de ideas, entonces la producción se multiplicará a más del doble.

1.6.1.1 Ecuaciones de acumulación para el capital y el trabajo.

La ecuación de acumulación para el capital indica que conforme las personas en la economía renuncian al consumo a cierta tasa determinada, s_K y se deprecia a la tasa exógena d : $\dot{K} = s_K Y - dK$. El trabajo equivalente a la población, crece en forma exponencial a alguna tasa constante y exógena: $n = \frac{\dot{L}}{L}$

La ecuación clave es la que describe el progreso tecnológico. En el modelo de Romer, $A(t)$ es la existencia de conocimientos o el número de ideas que se han inventado en el transcurso de la historia, hasta el tiempo t . Entonces, \dot{A} es el número de nuevas ideas producidas en cualquier punto determinado en el tiempo o el número de personas que intentan descubrir nuevas ideas, L_A , multiplicado por la tasa a la que descubren nuevas ideas, $\bar{\delta}$:

$$\dot{A} = \bar{\delta} L_A$$

El trabajo se utiliza para producir nuevas ideas o para elaborar producción, por lo que la economía se enfrenta a la limitación de recursos: $L_A + L_Y = L$.

La tasa a la que los investigadores descubren nuevas ideas puede ser:

- Creciente en el caso que la invención de ideas en el pasado eleve la productividad de los investigadores en el presente. En este caso $\bar{\delta}$ sería una función creciente de A .
- Decreciente si las ideas posteriores son cada vez más difíciles de descubrir. En este caso $\bar{\delta}$ sería una función decreciente de A .

Este razonamiento sugiere la elaboración de modelos de la tasa a la cual se producen nuevas ideas como $\bar{\delta} = \delta A^\phi$, donde δ y ϕ son constantes. Donde:

- $\phi > 0$ señala que la productividad en la investigación aumenta con la existencia de ideas que ya se han descubierto;
- $\phi < 0$ corresponde al caso de la "sobrepesca" en el que, con el tiempo, cada vez se hace más difícil capturar los peces.
- Por último, $\phi = 0$ señala que para las ideas más obvias, la tendencia a ser descubiertas, primero compensa exactamente el hecho de que las ideas antiguas quizá faciliten el descubrimiento de las nuevas; es decir, la productividad de la investigación es independiente de las existencias de conocimientos.

También es posible que la productividad promedio de la investigación dependa del número de personas en busca de nuevas ideas, en cualquier momento en el tiempo. Quizá sea más probable la duplicación de esfuerzos cuando hay más personas dedicadas a la investigación. Una forma de presentar un modelo de esta posibilidad es suponer que, en realidad, es L_A^λ , donde λ es algún parámetro entre 0 y 1, en lugar de L_A , la que interviene en la función de producción para nuevas ideas.

Esto junto con las ecuaciones $\dot{A} = \bar{\delta}L_A$ y $\bar{\delta} = \delta A^\phi$, sugiere centrarse en la siguiente función de producción general para ideas:

$$\dot{A} = \delta L_A^\lambda A^\phi$$

Las ecuaciones $\dot{A} = \bar{\delta}L_A$ y $\dot{A} = \delta L_A^\lambda A^\phi$ demuestran un aspecto muy importante de la elaboración de modelos de crecimiento económico. Las personas que investigan, que son pocas en relación con la economía como un conjunto, dan por sentado a $\bar{\delta}$ y ven rendimientos constantes a la investigación. Al igual que en la ecuación $\dot{A} = \bar{\delta}L_A$, una persona dedicada a la investigación crea $\bar{\delta}$ nuevas ideas. Sin embargo, en la economía como un conjunto, la función de producción de ideas quizá no se caracterice por rendimientos constantes a escala. Si bien $\bar{\delta}$ sólo cambiará en una cantidad minúscula, como respuesta a las acciones de un solo investigador, es evidente que varía con el esfuerzo de investigación acumulado. La expresión exacta para $\bar{\delta}$, incorporando los desbordamientos tanto de duplicación como de conocimientos, es $\bar{\delta} = \delta L_A^{\lambda-1} A^\phi$.

La presencia de A^ϕ se considera como externa al agente individual. El caso $\phi > 0$, refleja un desbordamiento positivo de conocimientos en la investigación; y la externalidad asociada como $\lambda < 1$, como el efecto negativo al desbordamiento de conocimientos en la investigación.

Siempre que exista una parte constante de la población empleada en producir ideas, el modelo sigue el modelo neoclásico al predecir que todo el crecimiento per cápita se debe al progreso tecnológico.

Una de las contribuciones más importantes de Romer fue explicar cómo elaborar una minieconomía con agentes maximizadores de ganancias que endogenice el progreso tecnológico.

La economía de Romer consiste en tres sectores: sector de bienes finales, sector de bienes intermedios y un sector de investigación. La razón de dos de los sectores debe ser clara: algunas empresas tienen que elaborar producción y algunas empresas tienen que producir ideas. La razón del sector de bienes intermedios se relaciona con la presencia de los rendimientos crecientes.

En forma breve, el sector de investigación crea nuevas ideas, que adquieren la forma de nuevas variedades de bienes de capital. El sector de investigación vende el derecho exclusivo a producir un bien de capital específico a una empresa de bienes intermedios. La empresa de bienes intermedios, como un monopolista, fabrica el bien de capital y lo vende al sector de bienes finales, que elabora la producción.

La intención del modelo de Romer es describir la evolución de la tecnología, desde el establecimiento de los derechos de propiedad intelectual. La existencia de patentes y los derechos de autor, es lo que permite a los inventores obtener ganancias para cubrir los costos iniciales de desarrollar nuevas ideas.

Una vez que se han expuesto los aspectos más importantes de los modelos de crecimiento que incorporan el factor tecnológico, es necesario reconocer que la explicación que ofrecen del crecimiento, es parcial. Es por eso que en este punto se retoman algunos enfoques que sustentan en el marco institucional, uno de los aspectos que también influye de manera importante en la expansión económica de un país. Y es la dinámica que siguen sus instituciones, la que refleja en parte, el desempeño de una economía.

I.7 Institucionalismo

El nuevo enfoque institucionalista, enfatiza en el papel de las instituciones como el puente donde se pueden vincular las diferentes escuelas y enfoques del pensamiento económico

de la tecnología; y que busca desarrollar modelos en los que los cambios de políticas puedan tener efectos sobre el crecimiento a largo plazo.

Douglass North ha planteado el tema del desempeño económico a través de la forma como está constituido el marco institucional con el que cada economía se desenvuelve¹¹.

En este sentido, se sugiere que un país que atrae inversiones bajo la forma de capital para empresas, transferencia de tecnologías del extranjero y habilidades de las personas, será uno donde:

- Las instituciones y las leyes favorezcan la producción en lugar de los desvíos,
- la economía esté abierta al comercio internacional y la competencia en el mercado mundial, y
- las instituciones económicas sean estables

De acuerdo a este esquema uno de los elementos clave es el papel de las instituciones, ya que las políticas e instituciones gubernamentales que integran la infraestructura de una economía pueden ayudar a consolidar la inversión y la productividad y, por consiguiente, también pueden contribuir al crecimiento de la economía.

1.7.1 Costos institucionales

Las instituciones determinan los costos de negociación, transacción o intercambio, que se suman a los de transformación; en la ecuación¹²:

$$C = Cp + Cn$$

Donde C es el costo, Cp es el costo de transformación, y Cn es el costo de negociación.

¹¹ North, Douglass C. Instituciones, cambio institucional y desempeño económico. Fondo de Cultura Económica, México, 1993.

¹² Corona Treviño, Leonel. Coord. *Op. Cit.*

A su vez, el costo de negociación se conforma del costo de información C_i y del costo de cumplimiento C_c .

$$C_n = C_i + C_c$$

Para la escuela institucionalista y la evolucionista, la transformación de los factores productivos en bienes y servicios implica otros procesos no sólo los de manufactura y transporte. Se reconoce que los intercambios están sujetos a fricciones sociales, las cuales se expresan en un equilibrio entre los costos institucionales y el riesgo en las transacciones.



La forma en que las instituciones afectan el desempeño de la economía se debe a su efecto sobre los costos del cambio de la producción; y junto con la tecnología empleada, determinan los costos de transacción y transformación que constituyen los costos totales.

1.7.2 Importancia de las instituciones y cambio institucional

La función principal de las instituciones en la sociedad es reducir la incertidumbre estableciendo una estructura estable, aunque no necesariamente eficiente, de la interacción humana. La estabilidad se logra mediante un conjunto complejo de limitaciones que incluye reglas formales anidadas en una jerarquía donde cada nivel es más costoso en cuanto a cambiarlo que el anterior. Pero la estabilidad de las instituciones de ningún modo contradice el hecho de que estén en cambio permanente; las instituciones se encuentran evolucionando y, por consiguiente, están alterando continuamente las elecciones de una sociedad.

Un aspecto importante es que las normas formales pueden cambiar de la noche a la mañana como resultado de decisiones políticas o jurídicas, pero las limitaciones informales encajadas en costumbres, tradiciones y códigos de conducta son mucho más resistentes o impenetrables a las políticas deliberadas.

La interacción entre instituciones y organismos, determina la dirección del cambio institucional. Las instituciones, junto con las limitaciones ordinarias de la teoría económica, determinan las oportunidades que hay en una sociedad. Las organizaciones u organismos son creados para aprovechar esas oportunidades y, conforme evolucionan los organismos, alteran las instituciones.

Todas las fuentes de cambios institucionales que se mencionan a continuación son cambios en precios relativos:

- Cambios en la relación de precios factores (cambios en la relación de tierra a trabajo, de trabajo a capital o de capital a tierra),
- Cambios en el costo de la información y en la tecnología.

Algunos de estos cambios son de precios relativos que pueden ser exógenos, pero la mayoría son endógenos, reflejando los esfuerzos presentes de maximización de los empresarios (políticos y económicos), que alteran precios relativos y que por consiguiente inducen al cambio institucional.

Si hubiera instituciones en un marco de costos de negociación cero, entonces la historia no importaría; un cambio en precios o preferencias relativas induciría una reestructuración inmediata de las instituciones para ajustarse eficientemente. Pero si el proceso por medio del cual se llega a las instituciones actuales es pertinente y lleva a elecciones futuras, entonces no sólo la historia es importante sino que el desempeño pobre persistente y las pautas divergentes del desarrollo provienen de una fuente común.

Si se considera cómo evoluciona la tecnología, surge una analogía significativa, ya que no siempre se eligen aquellas que resultan ser las más adecuadas o eficientes. Esto es que los cambios incrementales en la tecnología, una vez que empiezan en cierto recorrido, pueden llevar a una solución tecnológica que los hace vencer a otra, aun cuando, esta vía tecnológica puede ser inferior a largo plazo o menos eficiente, que la alternativa abandonada. En este contexto, la competencia ocurre entre organismos que engloban tecnologías competidoras las cuales están sujetas a rendimientos crecientes. Por lo que la vía del cambio institucional esta conformada por los rendimientos crecientes y los mercados imperfectos caracterizados por altos costos de negociación.

Y finalmente, tratándose de organismos que surgen a consecuencia del conjunto de oportunidades que proporciona el marco institucional, hay efectos significativos de

aprendizaje. Las organizaciones resultantes evolucionarán para aprovechar las oportunidades definidas por ese marco, pero como ocurre en el caso de la tecnología, no hay nada que indique que las aptitudes adquiridas den por resultado eficiencia social creciente.

Si se describe un marco institucional en muchos países subdesarrollados en la actualidad, las oportunidades que tienen ante sí tanto empresarios políticos como económicos es una mezcla, donde se favorecen las actividades que promueven la actividad redistributiva no productiva, donde se crean monopolios en vez de condiciones de competencia y donde se restringen oportunidades en lugar de acrecentarlas. Pocas veces inducen inversiones en educación que aumenten la productividad. Los organismos que se desarrollen en este marco institucional se volverán más eficientes para hacer a la sociedad más improductiva y a la estructura institucional mucho menos apropiada para la actividad productiva. Esta vía puede persistir debido a los costos de negociación de los mercados políticos y económicos de esas economías que junto con los modelos subjetivos de los participantes no las llevan a resultados proporcionalmente más eficientes.

Sin embargo, todas las economías tienen marcos institucionales que crearon oportunidades productivas e improductivas para las organizaciones, la historia de cualquier economía reflejará resultados mezclados. El agente (empresario) no solamente está obligado en cuanto a alternativas por las instituciones existentes, sino que tiene un conocimiento imperfecto para cumplir su objetivo. Aun si el objetivo fuera congruente con la productividad creciente no hay garantía de que la meta se pudiera realizar, además de que algunas consecuencias no esperadas podrían llevar a resultados radicalmente diferentes (por ejemplo un gran adelanto tecnológico que haga más inseguros los derechos de propiedad). Los esfuerzos a corto plazo para maximizar la utilidad pueden dar como resultado la búsqueda de actividades persistentemente ineficientes, dadas las

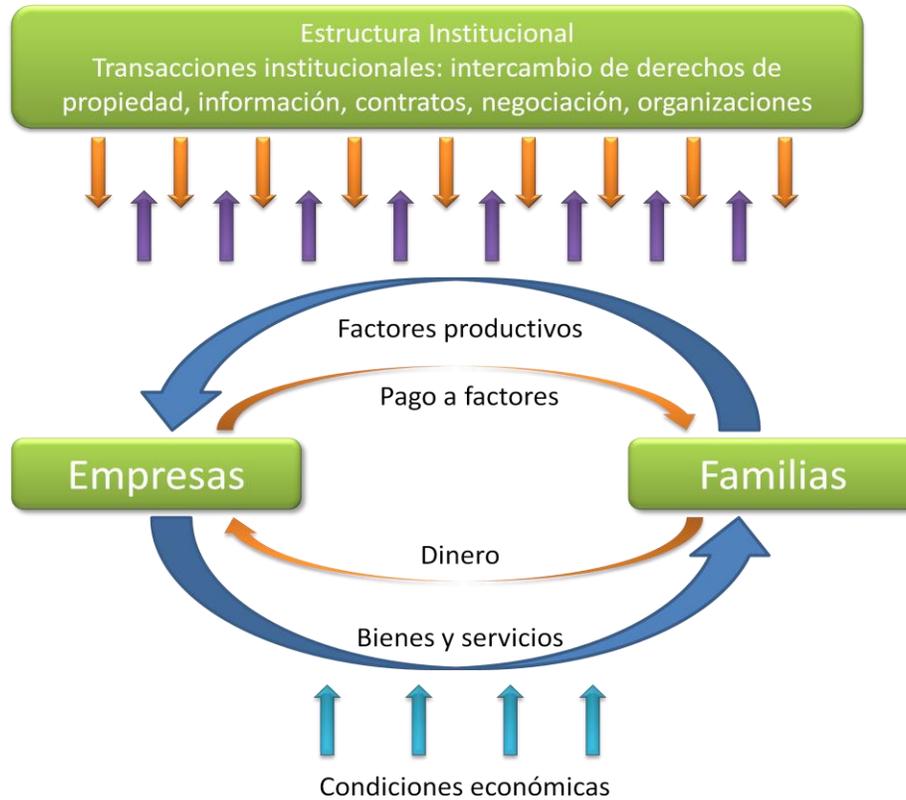
limitaciones institucionales, e inclusive si buscan actividades productivas pueden hallar consecuencias inesperadas.

1.7.3 Cambio tecnológico y cambio institucional

Se puede afirmar que el cambio tecnológico y el cambio institucional son las claves básicas de la evolución social y económica; y ambos presentan las características de la vía de la dependencia. El ingrediente esencial de ambos son los resultados favorables crecientes. Las percepciones de los actores desempeñan una función más importante en el cambio institucional que en el tecnológico debido a que las creencias ideológicas influyen en la construcción subjetiva de los modelos que determinan las elecciones. Las elecciones son más multifacéticas en un contexto institucional debido a las interrelaciones complejas entre limitaciones formales e informales. En consecuencia, tanto la vinculación como la vía de la dependencia parecen mucho más complicadas en el caso de las instituciones que en el de la tecnología. El juego recíproco entre la política y la economía, los diversos actores que tienen grados diferentes de capacidad negociadora, en cuanto a influir en el cambio institucional y en el papel de la herencia cultural que parece ser la base de la persistencia de muchas limitaciones informales, todo ello contribuye a esta complejidad.

Por un lado, la política determina y da fuerza a los derechos de propiedad del mercado económico, y las características del mercado político son la clave esencial para entender las imperfecciones de los mercados. Por el otro, las instituciones son la clave para entender la interrelación entre la política y la economía y las consecuencias de esa interrelación para el crecimiento económico (o estancamiento y declinación).

Por último, se representa la forma como el enfoque institucional puede enriquecer la concepción del enfoque neoclásico¹³.



En conclusión, el énfasis de este enfoque recae en las instituciones que son las normas subyacentes del juego y el acento en las organizaciones (y en sus empresarios) en su papel como agentes del cambio institucional; por consiguiente el interés está marcado en la interacción entre instituciones y organismos. Conforme evolucionan los organismos, estos alteran las instituciones.

Es importante desarrollar datos empíricos sobre costos de negociación y transformación en las economías y luego remontar los orígenes institucionales de tales costos. Identificar los costos y las instituciones no visibles que hacen que las economías no sean

¹³ Ayala Espino, José. Instituciones y economía. Una introducción al neoinstitucionalismo económico. Fondo de Cultura Económica. México, 2004.

productivas; para estar en situación de conocer las fuentes de esas instituciones. En los modelos de crecimiento estructural, como el de Solow y el de Romer, se incluye la inversión actual como un determinante del crecimiento, y en ese caso las variables que miden la calidad institucional ejercen un efecto indirecto en el crecimiento. Por ello, es necesario estimar ecuaciones separadas que evalúen el efecto directo de las variables institucionales en la inversión y por tanto en el crecimiento.

I.8 Evolucionista

Es importante señalar que hay avances teóricos de la nueva teoría del crecimiento que sobresalen, como el enfoque de la corriente evolucionista que hace referencia a las instituciones que orientan las trayectorias tecnológicas; por ejemplo, de las patentes y normas técnicas.

El orden natural es la principal característica de esta corriente. Aunque también se denota una fuerte influencia de las corrientes clásica y schumpeteriana, su principal aportación coincide en la inclusión de la evolución institucional vinculada al cambio tecnológico y a la innovación. A este respecto plantea el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) que es el conjunto de agentes, instituciones y prácticas interrelacionadas que constituye, actúa y participa en los procesos de innovación tecnológica. El SNI de un país puede delimitarse centrándolo en el sistema de producción, considerando que lo que importa son las prácticas innovadoras que las empresas llevan a cabo.

El propósito de la teoría evolucionista se centra en elaborar estructuras teóricas que vinculen el estudio de la innovación, considerando la incertidumbre y la infraestructura institucional. La incertidumbre se considera tanto antes como después de la introducción de la innovación, por lo que es un proceso en permanente desequilibrio.

R. Nelson y S. Winter introducen el concepto de trayectorias naturales que se refieren a la dirección de avance de las innovaciones conducido por factores de la oferta y por ciertas variables de la demanda. A lo que N. Rosenberg añade que este concepto incorpora los imperativos tecnológicos que guían la evolución de las tecnologías¹⁴.

Los postulados de la teoría evolucionista son:

- El cambio tecnológico es una fuerza fundamental en la pauta de transformación de la economía.
- Existen mecanismos de ajuste dinámico que son de naturaleza diferente al de los mecanismos de asignación de recursos en el enfoque tradicional. Estos mecanismos se relacionan con el cambio tecnológico e institucional.
- El marco institucional en la sociedad facilita o retarda los cambios técnicos e institucionales.

Por lo que se requiere atender los procesos sociales de aprendizaje, en especial la acumulación tecnológica y los procesos institucionales.

Los aspectos institucionales de la teoría conducen hacia la consideración de diferencias y diversidad de las organizaciones e instituciones con respecto a la ciencia y la tecnología, así también para la innovación y difusión de tecnologías en los países no industrializados.

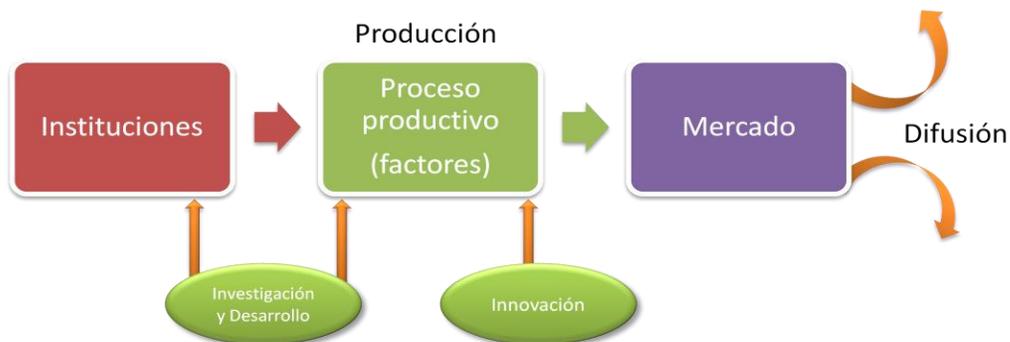
En resumen, este enfoque propone el análisis dinámico del cambio tecnológico, donde a diferencia del neoclásico; se parte de una concepción endógena de la tecnología que se explica por las variables económicas, políticas y sociales. Además de postular que el fenómeno que interesa revelar es el proceso de lo que ocurre al interior de la “caja negra”, impresión que deja el enfoque tradicional al no explicar lo que sucede en la etapa intermedia de la producción. Es precisamente en esta perspectiva donde la teoría

¹⁴ Corona Treviño, Leonel. Coord. *Op. Cit.*

evolucionista sugiere que las preguntas respecto a la tecnología se encuentran dentro de una “caja transparente”. Sin embargo, los puentes que esta teoría propuso construir para trasladarse de los fenómenos macroeconómicos del cambio tecnológico y su dinámica hacia el comportamiento institucional, donde las empresas son el núcleo, queda aún como parte de una teoría deseable.

Esquemáticamente, la forma como se cambia el análisis estático del cambio tecnológico se muestra a continuación.

Análisis dinámico del cambio tecnológico (de procesos)



Estado de la ciencia y la tecnología en países seleccionados

En el primer capítulo se presentaron las interrelaciones entre ciencia, tecnología y técnica; con base en esta interconexión, en este capítulo se presentan algunos de los indicadores que en la práctica constituyen, aunque de manera limitada, los elementos de diagnóstico en torno a la ciencia y la tecnología.

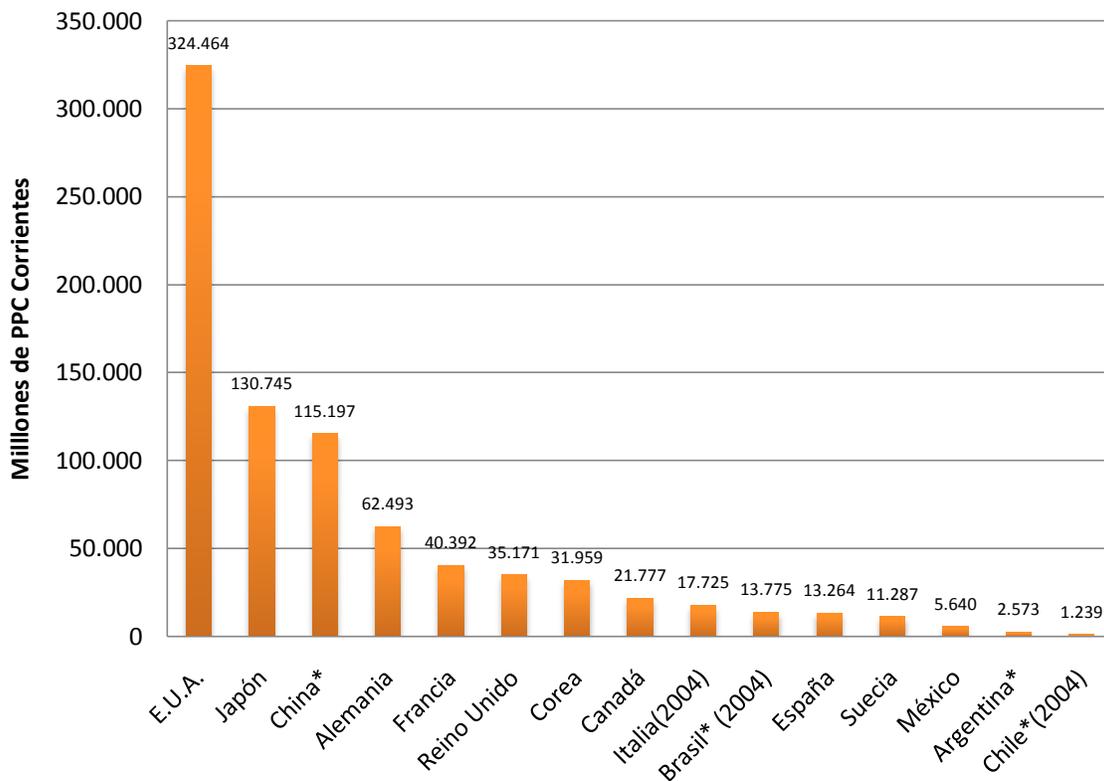
A continuación se realiza una comparación cuantitativa entre determinados países, respecto al estado en el que se encuentran sus principales indicadores de ciencia y tecnología (CyT), como son las mediciones de producto e impacto de estas actividades. Es importante resaltar que algunos de estos datos originalmente se calculan para otros fines; como es el caso de las patentes, la Balanza de pagos tecnológica (BTP) y el comercio de los bienes que implican alto grado de tecnología (BAT). En este sentido, las patentes se pueden considerar como una medición aproximada, producto de la investigación y desarrollo experimental (IDE) en forma de inventos. La balanza de pagos tecnológica proviene de la información que contiene la balanza de pagos de cada país, que cuantifica el flujo tecnológico de bienes y servicios que se comercia entre países a través del ingreso o pago por uso de patentes, licencias, marcas comerciales, asesoría técnica, etc. El comercio de los bienes de alta tecnología es un indicador aproximado del impacto en la industria y la economía de la CyT, en industrias altamente especializadas como la electrónica, farmacéutica, aeronáutica, etc.

En el tercer capítulo se presentan con mayor detalle los principales indicadores de CyT para México.

II.1 Gasto en Ciencia y Tecnología por país

De acuerdo con información de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), el gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) por país es el siguiente.

Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) por país 2005



*/ Países que no pertenecen a la OCDE.

Notas:

–PPC (Paridad del Poder de Compra): es la tasa de conversión de moneda que elimina las diferencias en niveles de precios entre países.

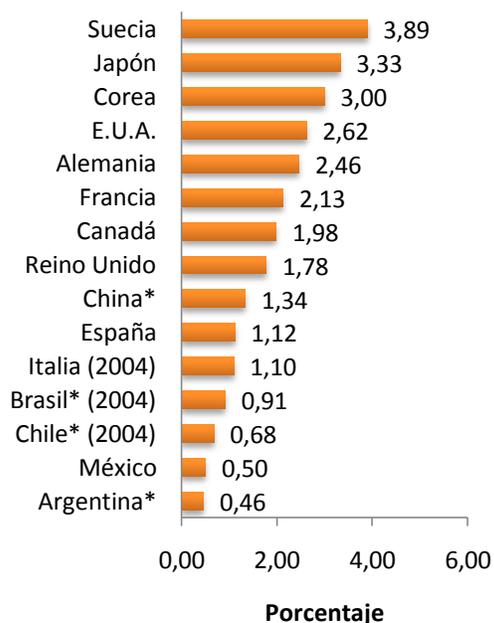
–Datos de Brasil y Chile con información de RICYT.

Fuentes: OCDE. Main Science and Technology Indicators 2006-2. RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.

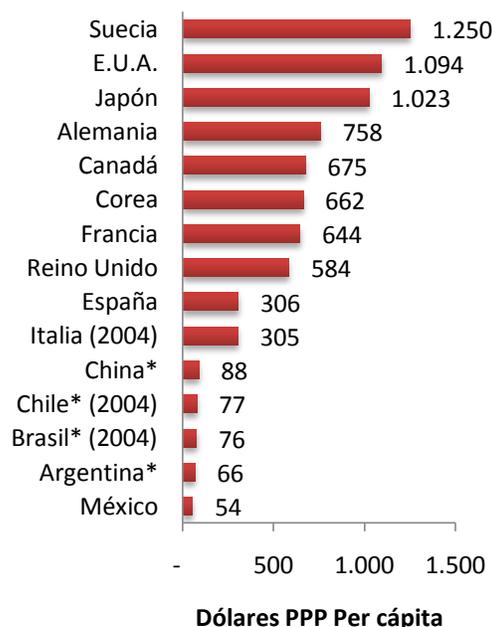
Es evidente en el caso de países como E.U.A, Japón, Alemania y Francia; la magnitud que representa este gasto, ya que cuentan con una base consolidada en el tema de

investigación y desarrollo experimental. Aunque es importante destacar que los sistemas de innovación en cada uno de ellos posee una configuración particular. Otra de las características importantes en estos países, es la eficiencia con la que se manejan estos recursos y cuyo resultado es el surgimiento de nuevas tecnologías. Por otro lado, también es notorio el grado de participación que ha tomado este rubro en países como China y Corea; donde además se ha experimentado un crecimiento económico amplio y rápido. En América Latina, con excepción de Brasil, el gasto en este rubro es inferior al que muestran países como España o Italia, naciones que si bien no realizan un gasto de gran magnitud como en los tres principales, representan una referencia en torno a este indicador.

GIDE como relación del PIB, 2005



GIDE per cápita, 2005



*/ Países que no pertenecen a la OCDE.

Nota: Datos de Brasil y Chile con información de RICYT.

Fuentes: OCDE. Main Science and Technology Indicators 2006-2. RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.

Al analizar la participación que cada país destina al GIDE respecto a su producción y a nivel per cápita; se observa que México es uno de los países de la OCDE que hace un gasto muy reducido en IDE, incluso por debajo de países como Brasil y Chile. En este rubro se marcan diferencias entre los países líderes, por ejemplo en el caso de Suecia que en el contexto internacional tiene un GIDE superior a los once mil millones de dólares, es el país que destina una mayor parte de su PIB a actividades de investigación y desarrollo experimental; al igual que en términos de gasto per cápita. O el caso de Corea quien además de realizar un GIDE considerable, se vincula con una participación importante de su PIB y en su indicador per cápita. China destina más del uno por ciento de su producto nacional a GIDE, aunque es bajo por persona. Japón, Estados Unidos, Alemania y Francia son países que otorgan una gran cantidad de recursos a la IDE como participación de su producción total, así como en gasto per cápita.

GIDE por país 2000-2005 (millones de dólares corrientes PPP)

País	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Argentina*	1,971	1,868	1,627	1,878	2,235	2,573
Brasil*	12,770	13,806	13,616	13,564	13,775	n. d.
Chile*	748	792	1,067	1,117	1,239	n. d.
China*	44,774	52,413	65,159	76,896	93,986	115,197
Alemania	51,572	53,397	55,674	60,241	61,464	62,493
Canadá	16,734	19,029	19,154	19,567	20,878	21,777
Corea	18,386	21,157	22,247	24,344	28,363	31,959
E.U.A.	267,767	278,230	277,055	289,722	301,016	324,464
España	7,704	8,320	9,684	10,969	11,828	13,264
Francia	33,819	36,623	38,360	37,182	38,721	40,392
Italia	15,420	16,609	17,699	17,372	17,725	n. d.
Japón	98,783	104,024	108,248	113,259	118,577	130,745
México	3,348	3,623	4,152	4,278	4,978	5,640
Reino Unido	28,007	29,374	31,517	31,885	32,965	35,171
Suecia	n. d.	10,436	n. d.	10,500	10,364	11,287

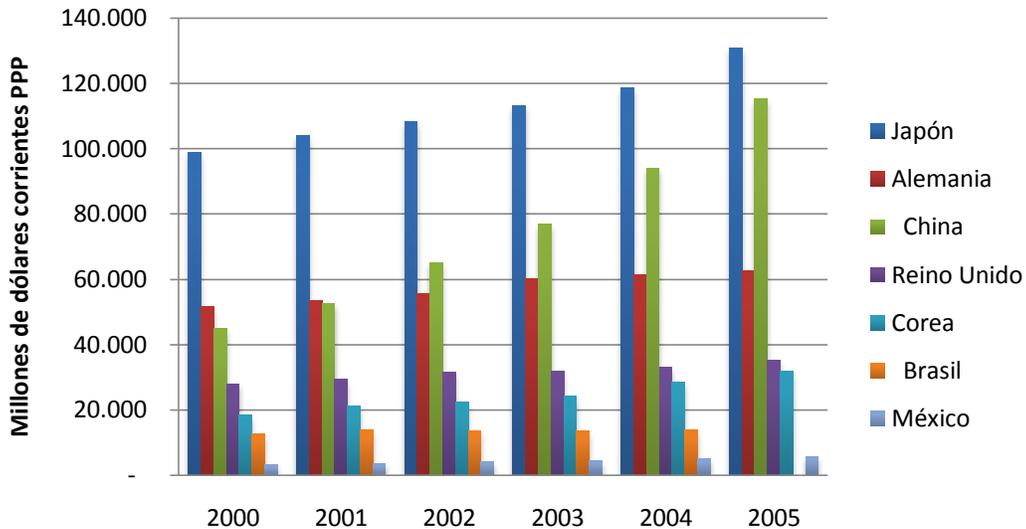
*/ Países que no pertenecen a la OCDE.

n. d.: no disponible.

Fuentes: OCDE. *Main Science and Technology Indicators 2006-2*. RICYT. *Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004*.

Los montos de GIDE en un periodo de cinco años, constituyen una referencia para mostrar la brecha existente entre la capacidad o infraestructura de creación y difusión del conocimiento científico y tecnológico en México, y la capacidad de los países industrializados y líderes en este campo.

GIDE por país seleccionado, 2000-2005



Fuentes: OCDE. *Main Science and Technology Indicators 2006-2*. RICYT. *Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004*.

De continuar esta tendencia para el país en los indicadores analizados, es de esperar que en el mediano plazo se abra más la brecha respecto a otros países, que lleve a un mayor deterioro en la competitividad y en la participación en los mercados internacionales.

Sectores de financiamiento del GIDE en porcentaje, por país, 2004

País	Empresas	Gobierno	Otros	Sector Externo
Argentina*	30.7	64.5	3.7	1.1
Brasil*	39.9	57.9	2.2	-
Chile*	45.8	44.4	1.1	8.7
China*	65.7	26.6	6.4	1.3
Alemania	66.6	30.5	0.4	2.5
Canadá	49.0	32.0	10.0	9.0
Corea	75.0	23.1	1.4	0.5

País	Empresas	Gobierno	Otros	Sector Externo
E. U. A.	63.6	30.8	5.6	-
España	48.0	41.0	4.8	6.2
Francia	51.7	37.6	1.9	8.8
Japón	74.8	18.1	6.8	0.3
México ¹	35.6	54.3	10.1	-
Reino Unido	44.1	32.9	5.8	17.2

**/ Países que no pertenecen a la OCDE.*

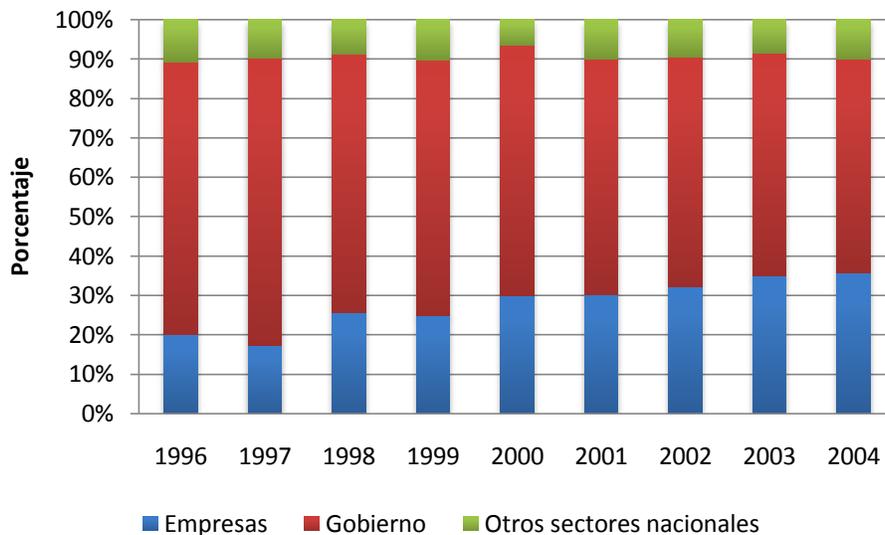
¹/Con información de Conacyt.

Nota: Para Italia y Suecia no esta disponible esta información.

Fuentes: OECD. Main Science and Technology Indicators, 2006-2. RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Conacyt. Edición de bolsillo. México, 2006.

Una de las características de los países con alto desarrollo científico y tecnológico, es la clara orientación de estos avances hacia aplicaciones prácticas que proporcionen un beneficio económico; muestra de ello es la participación del sector empresarial dentro del GIDE en Japón, Estados Unidos y Alemania. En países como China y Corea la presencia del sector se encuentra en aumento. En el contexto latinoamericano, Brasil y Chile cuentan con un financiamiento de empresas superior al de México.

Sectores de financiamiento del GIDE en México, 1996-2004



Fuente: Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Conacyt. Edición de bolsillo. México, 2006.

Para el caso de México, en los últimos años hay un cambio gradual de la participación del gobierno hacia la iniciativa privada. Si bien es necesaria la participación del gobierno que refleje el compromiso por apoyar las actividades científicas y tecnológicas, también es cierto que lo escaso del financiamiento destinado a las actividades de IDE a nivel nacional, sigue determinado en gran parte por una participación insuficiente del sector empresarial.

Sectores de ejecución del GIDE en porcentaje, por país, 2004

País	Empresas	Gobierno	Instit. Educ. Sup.	Privado no lucrativo
Argentina*	33.0	39.7	25.0	2.3
Brasil*	39.9	57.9	2.2	-
Chile*	45.8	44.4	0.8	0.3
China*	66.8	23.0	10.2	-
Alemania	69.8	13.7	16.5	-
Canadá	55.5	9.3	34.8	0.4
Corea	76.7	12.1	9.9	1.3
E. U. A.	69.2	12.2	14.3	4.3
España	54.4	16.0	29.5	0.1
Francia	62.5	17.1	19.2	1.3
Italia	47.8	17.8	32.8	1.5
Japón	75.2	9.5	13.4	1.9
México ¹	31.7	30.8	36.0	1.5
Reino Unido	62.8	10.6	24.5	2.0
Suecia	73.5	3.1	22.9	0.4

*/ Países que no pertenecen a la OCDE.

¹/Con información de Conacyt.

Nota: Para Italia y Suecia no esta disponible esta información.

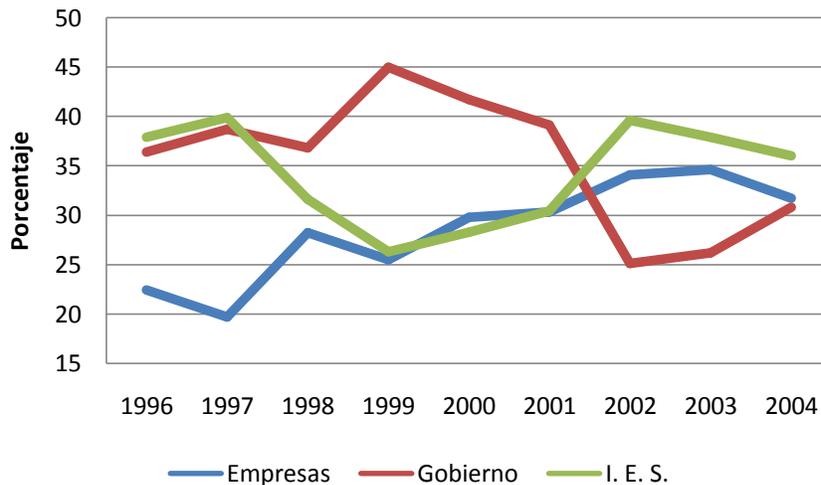
Fuentes: OECD. *Main Science and Technology Indicators, 2006-2*. RICYT. *Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004*. *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*. Conacyt. Edición de bolsillo. México, 2005.

En los países desarrollados gran parte de los recursos para actividades de IDE los ejerce el sector empresarial, en importancia le siguen los que llevan a cabo las instituciones de educación superior, el gobierno y en su caso, el sector privado no lucrativo. En China y Corea también la iniciativa privada tiene una participación muy importante; el gobierno es el segundo sector más relevante seguido del que ejecutan las instituciones de educación

superior. En Argentina y Brasil el sector público sobresale ligeramente en la participación de los recursos en IDE, respecto al sector empresarial. En Chile los dos sectores predominantes en este rubro son el empresarial y el gubernamental. México por su parte en 2004, muestra una distribución de los recursos muy equilibrada, ya que las instituciones de educación superior absorben el 36% de los recursos, las empresas el 31.7% y el sector público el 30.8%.

En nueve años de análisis del comportamiento que presenta la participación de recursos en los sectores que ejercen el GIDE en México, es interesante el comportamiento muy variable que las instituciones de educación superior y el sector público, muestran en este periodo. En el caso de las empresas la tendencia es hacia una mayor participación.

Sectores de ejecución del GIDE en México, 1996-2004

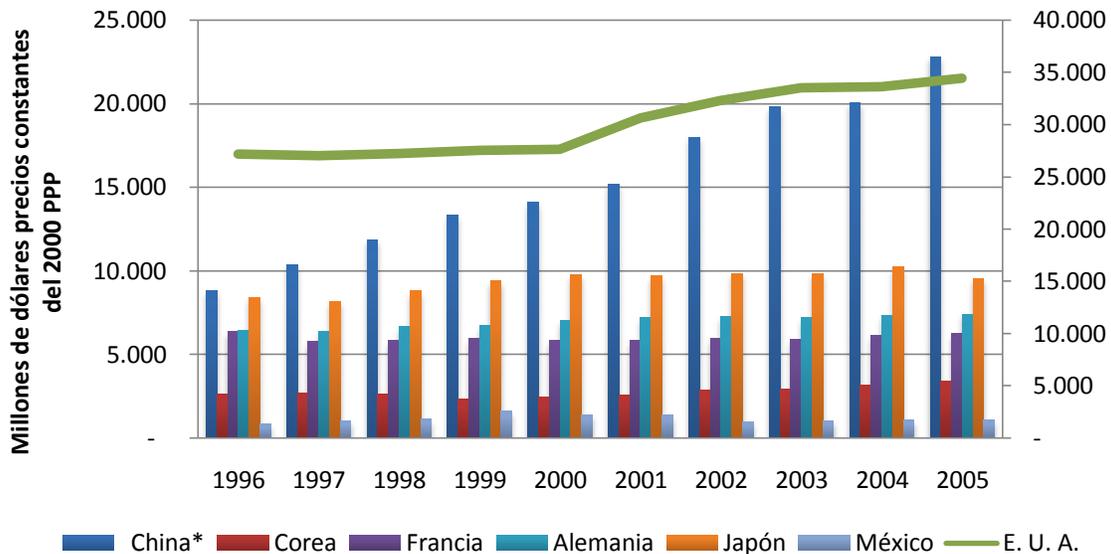


Fuente: Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Conacyt. Edición de bolsillo. México, 2006.

De acuerdo con la asignación de recursos que los gobiernos destinan a las actividades de investigación y desarrollo experimental, los datos indican que es mayor en Estados Unidos con montos por encima de los 27 mil millones de dólares. Es notable lo que China ha realizado a lo largo de este periodo, incrementado gradualmente este rubro a una tasa

aproximada del 10% anual. Una de las características de países como Japón, Alemania y Francia es la constancia que mantienen en el gasto gubernamental destinado al desarrollo de estas actividades. En México la diferencia con estos países es evidente, aunque estos recursos crecen a una tasa promedio anual de 2.9%.

Gasto presupuestal del Gobierno en IDE por país seleccionado, 1996-2005



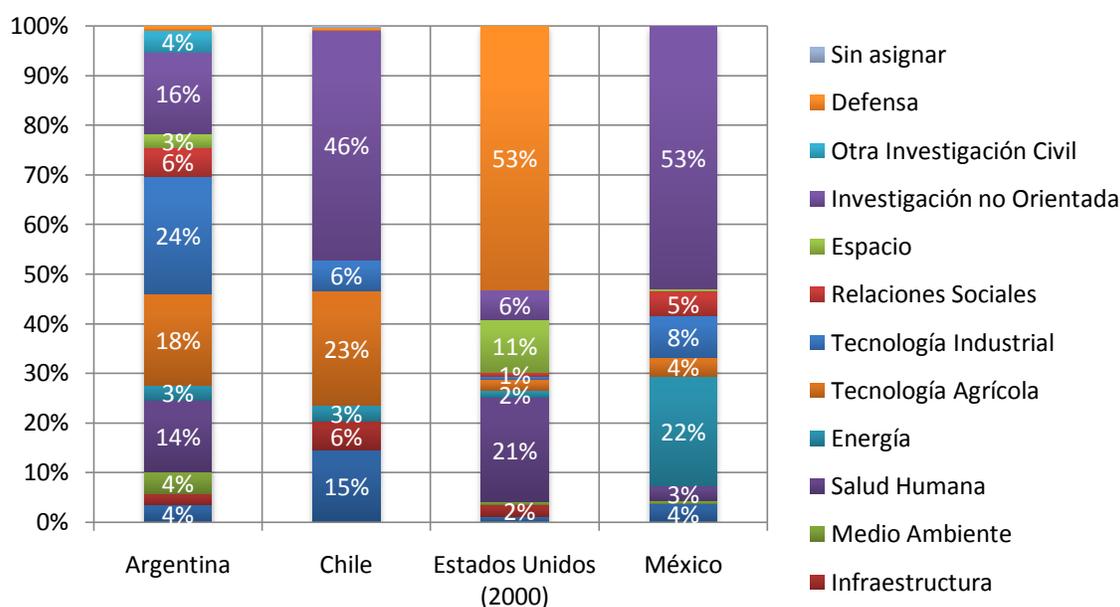
**/ País que no pertenece a la OCDE.*

Fuente: OECD. Main Science and Technology Indicators, 2006-2

De acuerdo con información de la RICYT, el destino de los recursos por sector socioeconómico, hace evidente que en Estados Unidos el 53% del gasto total en investigación y desarrollo lo absorbe el sector de defensa. A pesar que a partir de 1997 el congreso de este país decidió revisar sus principios en política científica, con el objetivo de desarrollar una nueva política científica y tecnológica de largo alcance; que se centrara en la aplicación de las computadoras a procesos mentales y manuales. Como es el caso de la robótica y la automatización, que son dos de las aplicaciones prácticas más importantes de esta orientación general. Esta cifra sugiere que la seguridad nacional continua estando muy vinculada al desarrollo experimental que se realiza en ese país.

Otra de las actividades importantes en este gasto lo constituyen las relacionadas con la salud y las espaciales. En el caso de México más de la mitad del gasto se encuentra en la categoría *Investigación no orientada*, reflejo de una política científica y tecnológica muy abstracta cuya falta de definición de sectores estratégicos sólo pone en evidencia el subdesarrollo científico y tecnológico que muestra el país; aunque el gasto dedicado a la energía, la tecnología industrial y agrícola son los más relevantes.

Participación del gasto en CyT por objetivo socioeconómico, en países seleccionados, 2001



Nota: para México se toma la participación de las Actividades en Ciencia y Tecnología, ya que de acuerdo a la fuente el porcentaje total de IDE se encuentra en el rubro "Sin asignar".

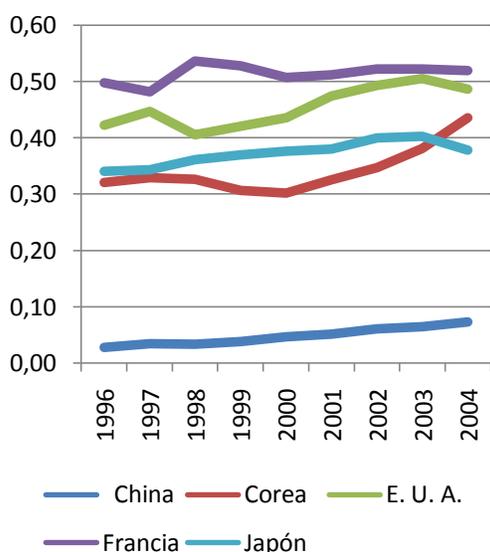
Fuente: RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.

II.2 GIDE por tipo de actividad

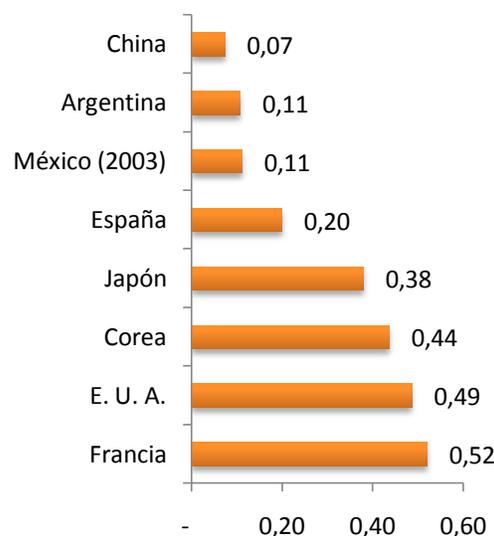
El gasto en investigación básica, como proporción del PIB en países como Francia, Estados Unidos, Japón y Corea; es de los más altos a nivel mundial con niveles por encima del 0.3% en el periodo 1996-2004. En China los recursos destinados a esta

actividad se comienzan a incrementar gradualmente. La información disponible para México y Argentina muestra que mantienen una participación por encima del 0.1%.

Gasto en investigación básica, como porcentaje del PIB, por país, 1996-2004



Gasto en investigación básica, como porcentaje del PIB, por país seleccionado, 2004



Fuente: OECD. Main Science and Technology Indicators, 2006-2.

La distribución del gasto por tipo de actividad en países seleccionados, con información del Conacyt, muestra que una de las prioridades en Estados Unidos y Reino Unido es el desarrollo experimental ya que destinan más de la mitad de los recursos totales. En Alemania e Italia sobresale el apoyo a las actividades de investigación aplicada. Por su parte Chile y Corea otorgan un mayor porcentaje de los fondos a la investigación básica. México otorga apoyos principalmente al desarrollo experimental y la investigación aplicada.

Participación por tipo de actividad del GIDE, por país

País	Investigación básica	Investigación aplicada	Desarrollo experimental
Alemania (2001) ¹	4.70	51.00	44.30
Argentina (2004)	24.41	44.06	31.53

País	Investigación básica	Investigación aplicada	Desarrollo experimental
Chile (2004)	41.22	45.77	13.01
Corea (2003)	36.00	32.80	31.20
E. U. A. (2004)	18.70	21.30	60.00
España (2004)	22.66	39.23	38.11
Francia (2003)	24.10	36.20	39.70
Italia (2003) ²	14.15	50.38	35.47
Japón (2003)	17.30	36.40	38.90
México (2003)	27.20	32.80	40.00
Reino Unido (2003) ²	8.30	36.90	54.80

¹/El dato corresponde a GIDE de las empresas.

²/El dato corresponde a GIDE de las empresas y el gobierno.

Fuente: Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Conacyt. Edición de bolsillo. México, 2006.

II.3 Recursos Humanos en Investigación y Desarrollo Experimental

Los recursos humanos dedicados al desarrollo de las actividades de IDE y la concentración por cada mil integrantes de la PEA, indica que Estados Unidos cuenta con la mayor cantidad de investigadores así como en relación a la población en edad de trabajar.

Total de investigadores por país, 2005

País	Investigadores ¹
Argentina	31,868
Brasil (2004)	84,979
China	1,118,698
Chile (2003)	7,085
Alemania	271,119
Canadá (2004)	125,330
Corea	179,812
E. U. A.	1,394,682
España	109,753
Francia (2004)	200,064
Italia (2004)	72,012
Japón	704,949
México	48,401
Suecia	54,175

Total de investigadores por cada mil integrantes de la PEA, 2005

País	Investigadores ¹
Argentina	2.05
Brasil (2004)	0.91
Chile (2004)	2.17
China	1.46
Alemania	6.61
Canadá (2004)	7.27
Corea	7.57
E. U. A.	9.31
España	5.26
Francia (2004)	7.29
Italia (2004)	2.96
Japón	10.60
México	1.14
Suecia	11.72

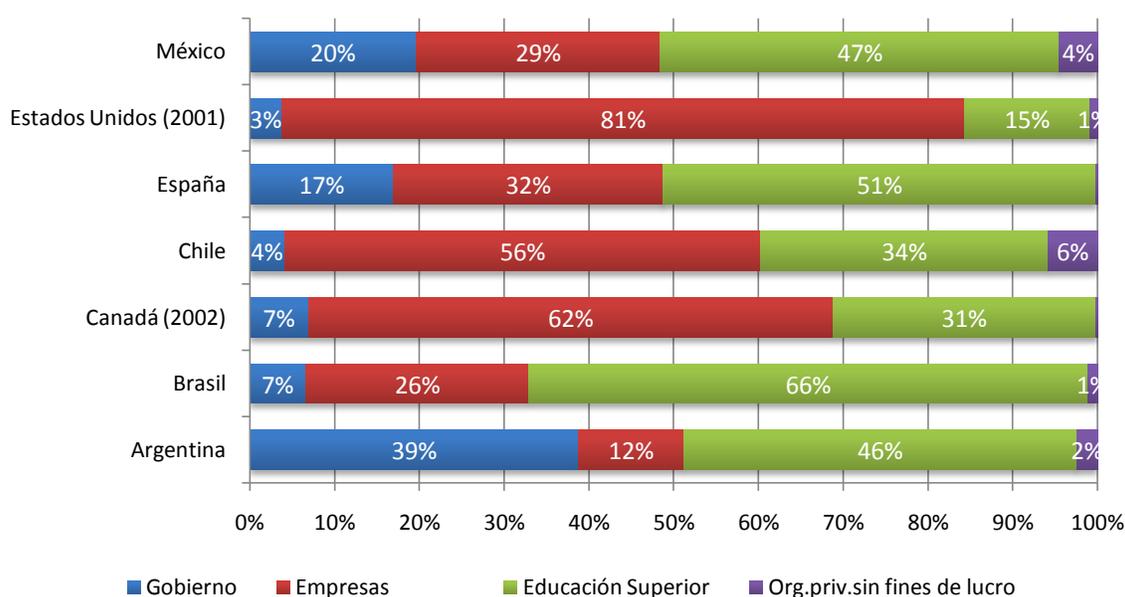
¹/Investigadores en equivalente de tiempo completo.

Fuentes: OECD. Main Science and Technology Indicators, 2006-2. RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.

El caso de China es muy diferente a pesar de tener más de un millón de investigadores, existe solamente uno por cada mil personas en edad productiva. Suecia y Japón son los países que cuentan con la mayor cantidad de investigadores por cada mil integrantes de la PEA. A México lo supera Brasil en el número de personas dedicadas a la investigación científica, aunque su relación con la PEA es relativamente similar.

La distribución de los investigadores por sector indica que en Estados Unidos, Canadá y Chile, más de la mitad se ubica en las empresas. Por su parte en México, España, Brasil y Argentina las instituciones de educación superior cuentan con el mayor porcentaje de investigadores de tiempo completo.

Porcentaje de investigadores por sector, 2004



Fuente: RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.

II.4 Indicadores de producción de la IDE

La producción de las actividades de investigación científica puede medirse con base en la cantidad de artículos publicados anualmente, en revistas especializadas; así como el

número de citas de los mismos en otras investigaciones, que miden el impacto que tiene en la comunidad científica internacional y dan una aproximación de su calidad. Por otro lado, se cuenta con información de patentes, balanza de pagos tecnológica (BTP), así como de la producción de bienes de alta tecnología (BAT).

II.4.1 Indicadores bibliográficos

Comparando los artículos promedio entre países para éste periodo, México es el segundo país más importante de Latinoamérica por el número de artículos publicados, después de Brasil.

Artículos publicados por país, 1996-2005

País	Promedio 1996-2005	Participación mundial promedio	Producción 2005	Participación mundial 2005
Alemania	64,177	8.59	73,734	8.35
Argentina	4,147	0.56	5,182	0.59
Brasil	10,343	1.38	15,777	1.79
Canadá	34,210	4.58	41,957	4.75
Corea	13,937	1.87	22,957	2.60
Chile	2,008	0.27	2,959	0.34
E.U.A.	255,379	34.20	288,714	32.70
España	22,073	2.96	29,038	3.29
Francia	46,444	6.22	52,236	5.92
Italia	31,489	4.22	39,112	4.43
Japón	69,082	9.25	75,328	8.53
México	4,883	0.65	6,787	0.77
Reino Unido	67,534	9.04	75,547	8.56
Total Mundial	746,814	100.00	882,860	100.00

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

En la participación mundial promedio representa el 0.65%, Estados Unidos participa con una tercera parte de los artículos publicados, Japón con 9.62%, Reino Unido el 8.88%, Alemania el 8.77% y Francia con 4.46%.

En Estado Unidos, Alemania, Japón y Reino Unido los artículos publicados se concentran en áreas como la biología, química, físico-matemáticas y de la tierra, la medicina y ciencias de la salud; además de los relacionados con la ingeniería.

En México, más de la tercera parte de los artículos proviene de temas relacionados con la biología y química, el 29% corresponde a los publicados en disciplinas físico-matemáticas y de la tierra; el 18% en medicina y ciencias de la salud, por último en temas de ingeniería el 13%.

Artículos publicados en análisis quinquenal por país y área de la ciencia, 2001-2005

País	Fís.- Mat. y ciencias de la Tierra	Biología y química	Med. y ciencias de la salud	Humanidades y ciencias de la Conducta	Sociales	Biotec. y ciencias agropecuarias	Ingeniería	Total por país
Alemania	85,450	107,744	109,316	8,014	6,588	13,858	37,411	334,831
Argentina	5,501	10,554	4,877	140	310	2,068	1,850	23,145
Brasil	15,604	23,703	16,734	540	1,425	5,279	7,102	63,695
Canadá	31,010	60,688	57,958	8,520	11,659	7,594	22,005	178,212
Corea	27,753	27,810	18,891	484	1,555	3,994	24,203	91,509
España	27,256	49,299	32,816	2,196	3,185	9,324	14,277	124,097
E.U.A.	217,643	395,898	467,071	71,302	97,416	53,509	145,886	1,303,942
Francia	69,231	78,853	70,508	2,673	4,220	11,188	29,400	238,745
Japón	89,362	127,882	107,182	2,135	2,456	17,588	56,415	360,278
México	8,334	10,955	5,259	500	855	2,248	3,612	28,697
Reino Unido	62,431	103,645	124,452	15,406	26,464	14,429	40,614	345,464
Total Mundial	639,575	997,031	1,015,064	111,910	156,133	141,079	382,775	3,917,172

Fuente: Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Conacyt. Edición de bolsillo. México, 2006.

II.4.2 Impacto bibliográfico mundial por campo de la ciencia

Por otro lado, el mayor impacto que representan las publicaciones científicas totales por país, muestra que los artículos estadounidenses son los de mayor relevancia, junto con los ingleses y alemanes. Es importante observar que el nivel de impacto de los artículos mexicanos es relativamente similar a los que generan países como Argentina, Brasil y

Corea. Para México los artículos de mayor impacto son los relacionados con la medicina y las ciencias de la salud, seguidos por los físico-matemáticos, ciencias de la tierra, biología, química; además sobre humanidades y ciencias de la conducta.

Impacto por país en análisis quinquenal por campo de la ciencia, 2001-2005

País	Fís.- Mat. y ciencias de la Tierra	Biología y química	Med. y ciencias de la salud	Ingeniería	Biotec. y ciencias agropecuarias	Humanidades y ciencias de la Conducta	Sociales	Total por país
Alemania	5.01	6.62	6.30	3.22	1.51	5.90	2.94	5.15
Argentina	3.22	2.88	4.89	3.14	1.34	2.93	1.81	2.88
Brasil	3.01	2.79	3.73	2.93	1.10	2.31	1.69	2.42
Canadá	4.40	5.95	7.53	3.77	1.85	4.94	2.30	0.50
Corea	2.95	3.89	3.53	2.41	1.29	2.91	1.95	2.48
España	4.04	4.62	5.76	2.44	1.47	3.97	2.30	3.90
E.U.A.	4.91	8.18	8.07	3.72	2.34	6.82	3.21	6.17
Francia	4.17	6.03	6.26	3.31	1.67	5.91	2.58	4.80
Japón	3.63	5.19	4.91	2.21	1.18	3.56	2.30	4.04
México	2.89	2.65	4.16	1.46	1.32	2.60	1.62	2.48
Reino Unido	5.20	7.57	7.21	3.54	2.02	6.75	2.65	5.59

Fuente: Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Conacyt. Edición de bolsillo. México, 2006.

El número de citas recibidas sólo es superior al de Argentina y Chile. En cuanto al factor de impacto en el análisis quinquenal, Chile y Argentina se encuentran por encima de México y Brasil. El país con el mayor impacto de sus publicaciones científicas es Estados Unidos con un coeficiente de 6.62, seguido del Reino Unido, Alemania y Canadá.

Citas recibidas y factor de impacto por país, 2001-2005

País	Citas recibidas por país		Factor de impacto	
	2001-2005		2001-2005	
Alemania	1,875,817		5.60	
Argentina	74,386		3.21	
Brasil	181,274		2.85	
Canadá	961,641		5.40	
Corea	279,425		3.05	
Chile	46,785		3.92	
E.U.A.	8,635,724		6.62	
España	543,925		4.38	
Francia	1,231,082		5.16	
Italia	861,761		4.99	

País	Citas recibidas por país	Factor de impacto
	2001-2005	2001-2005
Japón	1,558,825	4.33
México	80,020	2.79
Reino Unido	2,067,343	5.98

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

II.4.3 Patentes

Las patentes son mecanismos legales que otorgan a los inventores poder de monopolio durante un tiempo, con el fin de que puedan obtener un rendimiento de sus inventos. En este contexto, el número de patentes solicitadas en un país puede servir para determinar su capacidad intelectual en la producción tecnológica. Sin embargo, es importante aclarar que muchas ideas ni se patentan ni se producen con recursos que se puedan atribuir oficialmente a IDE. Además, el simple conteo del número de patentes concedidas en cualquier año en particular no muestra el valor económico de las mismas.

Número de solicitudes de patentes por país, 2004

País	Residentes	No residentes	Total	Relación de dependencia ¹
Alemania ⁺	99.024	241.001	340.025	2,43
Argentina	786	3.816	4.602	4,85
Brasil	10.879	10.863	21.742	1,00
Canadá (2001)	5.737	92.752	98.489	16,17
Chile	595	2.758	3.353	4,64
Corea ⁺	95.834	119.077	214.911	1,24
España (2001)	3.464	160.588	164.052	46,36
Estados Unidos	189.536	167.407	356.943	0,88
Francia ⁺	27.426	172.944	200.370	6,31
Italia ⁺	8.564	177.707	186.271	20,75
Japón ⁺	413.614	105.195	518.809	0,25
México	565	12.629	13.194	22,35
Reino Unido ⁺	44.917	267.392	312.309	5,95
Suecia ⁺	13.474	273.852	287.326	20,32

¹/Relación de dependencia = patentes solicitadas por no residentes / patentes solicitadas por residentes

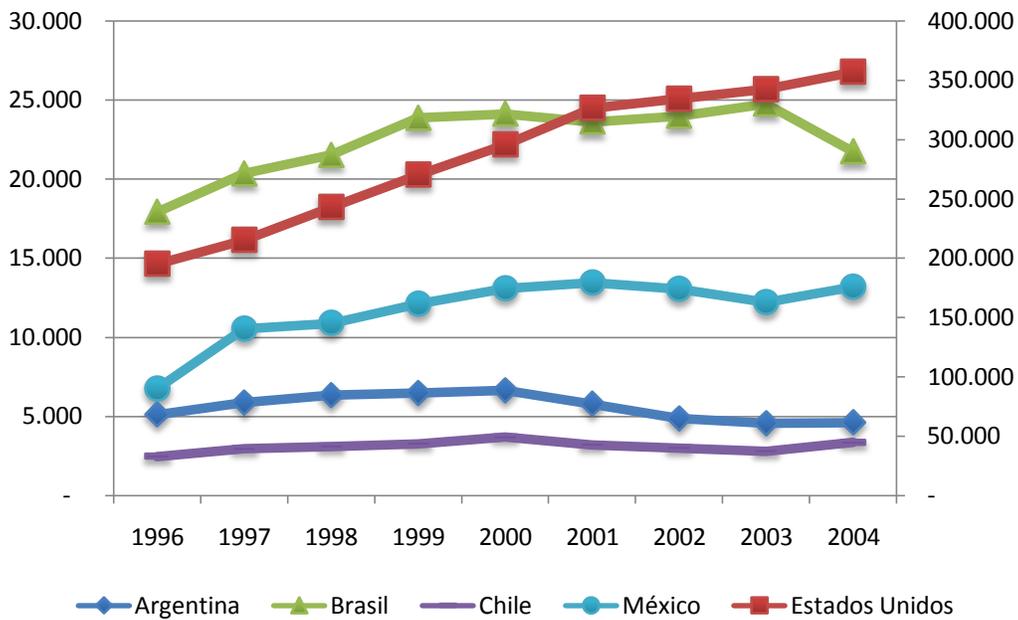
⁺/Dato del año 2003.

Fuentes: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006. RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.

Por la cantidad total de patentes solicitadas Japón sobrepasa al resto de los países, además de tener la relación de dependencia más baja. En España, México, Italia y Suecia; este coeficiente es muy alto como resultado de la gran cantidad de patentes solicitadas por extranjeros.

Las cifras para México en cuanto a patentes, reflejan los bajos niveles del gasto en IDE y la reducida proporción dedicada al desarrollo experimental, específicamente en el sector empresarial. Brasil es el país latinoamericano que presenta el mayor volumen de patentes solicitadas, aunque en los últimos años un ritmo de crecimiento menor.

Número de patentes solicitadas por país seleccionado, 1996-2004



Fuente: RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.

Existe información para algunos países sobre las patentes que son otorgadas, en el caso de México la relación entre la solicitud y aceptación de patentes indica que más del 50% del total es concedido.

Patentes solicitadas, otorgadas y relación de aceptación, países seleccionados, 2004

País	Número de patentes otorgadas			Relación de Aceptación ²
	Residentes	No residentes	Total	
Argentina	108	732	840	0,18
Brasil	4.066	2.981	7.047	0,32
Canadá (2001)	1.210	10.809	12.019	0,12
Chile	52	555	607	0,18
España (2001)	2.210	10.304	12.514	0,08
México	162	6.676	6.838	0,52
Estados Unidos	84.271	80.022	164.293	0,46

²/Relación de aceptación = patentes solicitadas/patentes otorgadas

Fuente: RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.

Finalmente, el coeficiente de inventiva que es la solicitud de patentes nacionales por cada 10,000 habitantes, indica que en México este es de los más bajos incluso comparado con países latinoamericanos. Países como Japón, Corea y Suecia sobresalen por su alto coeficiente de invención.

Coeficiente de Invención por país seleccionado, 2003

País	Coeficiente de inventiva
Alemania	12,00
Argentina	0,40
Brasil	0,51
Canadá	2,22
Corea	20,18
Chile	0,36
E. U. A.	6,95
España	1,28
Francia	4,56
Italia	1,49
Japón	32,41
México	0,05
Reino Unido	7,57
Suecia	15,14

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

II.4.4 Balanza de pagos tecnológica

La balanza de pagos tecnológica de un país registra los ingresos y egresos de divisas correspondientes a las transacciones sobre derechos de propiedad industrial y adicionalmente los referentes a la prestación de servicios técnicos, por lo que la magnitud de los componentes de la BPT muestran la importancia de los países en el contexto del conocimiento CyT y su difusión a través de la participación en el mercado mundial de tecnologías.

La información disponible correspondiente a países de la OCDE nos permite obtener el indicador de transacciones totales de la BPT, y aunque existe cierta información para 2004, con el propósito de realizar comparaciones entre varios países se toman en primera instancia las cifras del año 2003, en el cual se evidencia que, al igual que casi todos los indicadores que se han presentado en este capítulo, la mayor parte del comercio de tecnologías está concentrado en los países industrializados.

BPT por país, transacciones totales, 1996-2004

Millones de dólares

País	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Alemania	24.916	27.155	29.645	30.160	31.798	35.606	38.247	46.100	50.734
Canadá	2.420	2.538	3.056	3.349	3.895	3.119	2.336	n. d.	n. d.
E. U. A.	40.307	42.389	46.861	52.777	59.701	57.234	63.824	67.527	76.544
Francia	5.565	5.203	5.715	5.925	5.386	5.892	6.421	8.422	n. d.
Italia	7.048	7.058	6.649	7.608	6.312	6.123	5.971	6.903	7.931
Japón	10.527	10.496	10.283	12.037	13.930	14.772	15.380	17.906	n. d.
México	482	631	592	596	450	459	768	662	655
Reino Unido	19.976	22.119	26.274	27.169	24.674	26.613	28.214	33.891	38.304

n.d.: no disponible

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Al comparar el intercambio tecnológico de México en relación con los de Estados Unidos de América, Alemania, Reino Unido y Japón, tenemos que es el 0.98% del total estadounidense, 1.43% del alemán, 1.95% del británico y 3.7% del japonés. La

información disponible para 2004 indica una relación similar, pues el total de transacciones de México es el 0.85% del total estadounidense, 1.29% del alemán, 1.71% del británico, y un 8.26 por ciento del italiano.

Otro indicador importante derivado de la estadística de BPT es la tasa de cobertura, la cual muestra la proporción de las importaciones de tecnología cubierta con los ingresos de las exportaciones correspondientes. Por lo que se refiere a esta relación, México ha registrado para el año 2004 un valor de 0.13, el cual, aunque reporta una mejora con respecto al año previo, ha registrado las mayores coberturas en 1996 y 1998; además de continuar con niveles inferiores a los principales miembros de la OCDE.

BPT por país, tasa de cobertura

País	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Alemania	0,76	0,83	0,83	0,75	0,75	0,69	0,76	0,98	1,00
Canadá	1,36	1,18	1,61	1,47	2,05	1,97	1,54	n. d.	n. d.
E. U. A.	4,14	3,63	3,17	3,03	2,63	2,46	2,30	2,48	2,20
Francia	0,75	0,71	0,83	0,87	1,04	1,19	1,29	1,60	1,60
Italia	0,82	0,94	0,84	0,79	0,80	0,78	0,99	0,82	0,95
Japón	1,59	1,90	2,13	2,34	2,39	2,27	2,56	2,68	n. d.
México	0,34	0,26	0,31	0,08	0,11	0,10	0,10	0,12	0,13
Reino Unido	1,61	1,72	1,76	1,93	1,96	2,10	2,30	2,32	2,79

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

El rango de este coeficiente indica la condición de importador neto de tecnologías no incorporadas que caracteriza a la economía mexicana. Entre los países desarrollados con una tasa de cobertura para 2004 menor a la unidad se encuentra Italia (0.95), en tanto que aquellos países que lograron financiar sus necesidades de tecnología importada con las ventas externas de técnicas y prestación de servicios de asistencia tecnológica son el Reino Unido con un coeficiente de 2.79, Estados Unidos con 2.20 y Francia con 1.60.

II.4.5 Comercio exterior de BAT¹⁵

Para finalizar, se analizan las cifras sobre el comportamiento del comercio exterior de bienes de alta tecnología (BAT), indicador disponible para tal fin que mide en términos porcentuales, la proporción del mercado de exportación en países miembros de la OCDE.

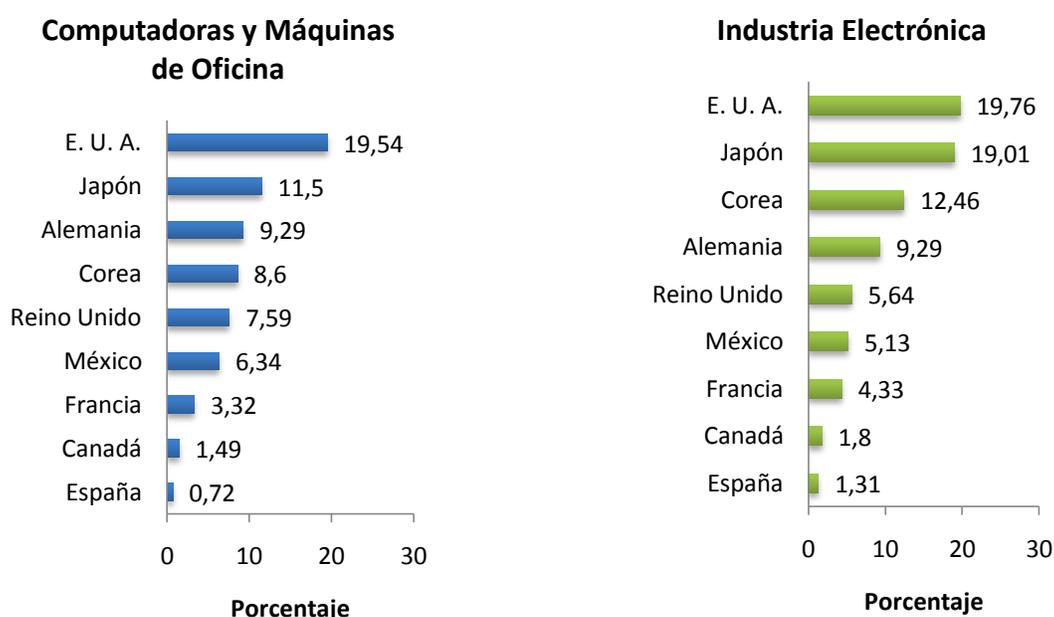
Estados Unidos es el gran líder de bienes de alta tecnología; seguido por el Reino Unido, Alemania, Japón y Francia. En este contexto es importante resaltar la importancia que otorgan estos países a la ciencia y la tecnología, todo ello como resultado, en parte, por los apoyos de los distintos sectores productivos.

México continúa con una vocación exportadora en bienes de alta tecnología primordialmente en la industria de computadoras y maquinas de oficina, electrónica y en menor medida en la industria de instrumentos científicos; sin embargo, su participación es menor, si se compara con países que tienen una sólida base en ciencia y tecnología.

¹⁵ Los BAT son los productos generados por el sector manufacturero con un alto nivel de gasto en IDE como proporción de las ventas.

La exportación de BAT mexicanos más importante se encuentra en la industria de las computadoras y máquinas de oficina, con 6.34%, con una participación mayor a la de Francia, Canadá y España; en tanto que Corea con 8.34%, Alemania con 8.37% y Reino Unido con 8.56% tuvieron participaciones ligeramente mayores a la mexicana; Estados Unidos y Japón lideran esta industria.

Participación en los mercados de exportación de BAT, países seleccionados, 2003



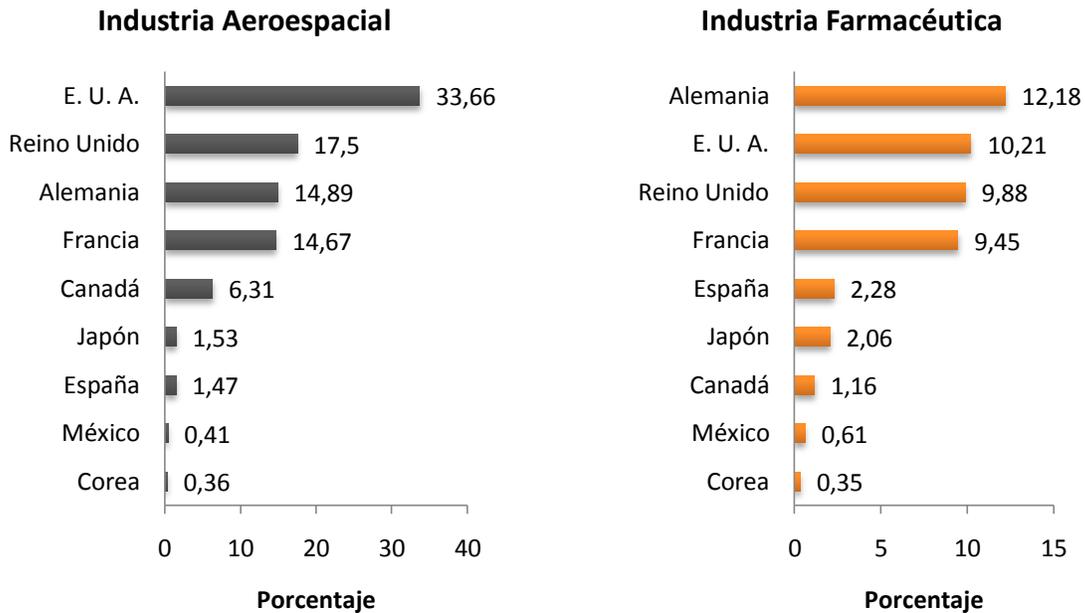
Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

En importancia, los BAT generados por la industria electrónica mexicana cuentan con una participación del 5.13 por ciento en el 2003, por arriba de países como Francia, Canadá y España. Pero por debajo de Corea, Alemania y Reino Unido. En esta industria, la mayor participación corresponde a los Estados Unidos con 19.76 por ciento, seguida por Japón con 19.01%.

De acuerdo con la información disponible para la OCDE, la participación de las exportaciones de México en el mercado de la industria aeroespacial es muy reducida, pues en el periodo 1996-2004, nunca ha sido superior al 0.86%, participación registrada en 1998; para el año 2003 su participación sólo es mayor a la de Corea.

Otros países con menor participación en este mercado son España y Japón, con participaciones de 1.47 y 1.53%. Los países líderes en la industria son Estados Unidos que participa con la tercera parte de las exportaciones en el mercado aeroespacial, seguido por el Reino Unido con 17.55%, Alemania con 14.89%, Francia con 14.67% y Canadá con 6.31%; la industria de estos cinco países representa el 87% del mercado.

Participación en los mercados de exportación de BAT, países seleccionados, 2003



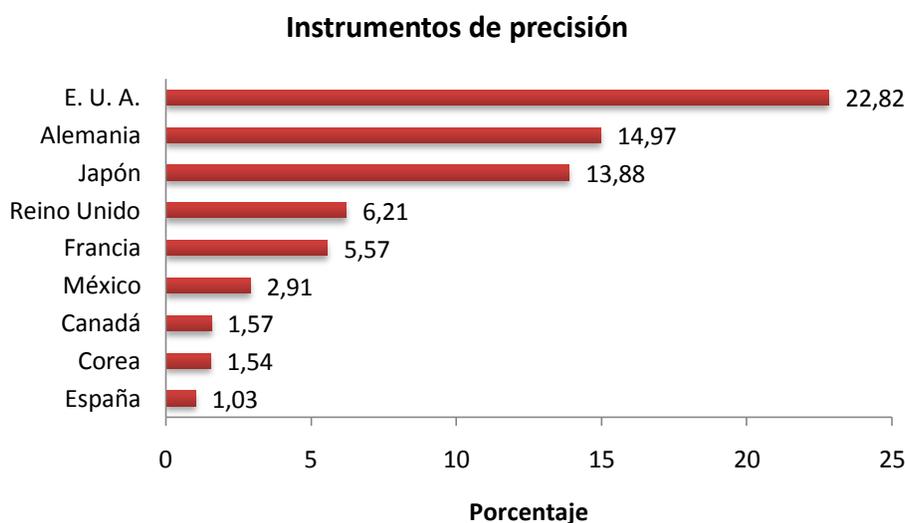
Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

En lo relacionado con la industria farmacéutica, México contribuyó al 0.61 por ciento del mercado, superior a la de Corea que fue de 0.35%; la participación de Canadá fue de 1.16%, mientras que la participación de España bajó ligeramente, de 2.31 en 2002 a 2.28

en 2003, en tanto que esta industria es la única de BAT donde Japón tiene menor incidencia, pues en 2003 tuvo una participación del 2.06%. Finalmente, el 41.7 por ciento del mercado de exportación de esta industria lo concentran Francia con 9.45, el Reino Unido con 9.88, Estados Unidos con 10.21 y en primer lugar Alemania con 12.18%.

En lo concerniente a la participación de las exportaciones en la industria de instrumentos de precisión, México aportó el 2.91%, con una participación mayor que Canadá, Corea y España. Por otro lado, los contribuyentes más importantes fueron Francia con 5.57%, Reino Unido con 6.21%, Japón con 13.88%, Alemania con 14.97% y los Estados Unidos con 22.82%; este último grupo de países aportó en conjunto alrededor del 63.5 por ciento de este mercado.

Participación en los mercados de exportación de BAT, países seleccionados, 2003



Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Por lo expuesto en el presente capítulo, es evidente que el entorno actual se ha vuelto sumamente dinámico, competitivo y globalizado, en el cual la tecnología y el conocimiento han resultado fundamentales para obtener ventajas y posicionarse de mejor manera en la

estructura económica mundial. En este sentido, México continúa siendo una de las economías con importantes aportaciones en diversos mercados; sin embargo, y a pesar de que se tiene pleno reconocimiento de la importancia de la investigación y el desarrollo tecnológico, los indicadores que se han mostrado evidencian que aún falta realizar mayores esfuerzos para consolidar el sector de la ciencia y la tecnología.

Al realizar comparaciones con países de similar desarrollo, el saldo no ha sido muy positivo, en parte por el mediano sustento a las actividades científicas y tecnológicas. Este resultado es una responsabilidad compartida de los distintos sectores que inciden en el apoyo de la ciencia y el desarrollo de tecnologías.

La inversión en ciencia y tecnología se ha mantenido en un rango moderado, prevaleciendo la concentración de actividades de investigación tecnológica en el sector público, por lo que sigue faltando el protagonismo necesario por parte del sector empresarial para el financiamiento y ejecución del desarrollo experimental, como sucede en países desarrollados. A pesar de realizarse un esfuerzo para mejorar en aspectos como el desarrollo tecnológico, se requiere consolidar la producción vinculada con la tecnología, en especial aquellas actividades que al final se reflejan en la patente de una invención.

Los resultados derivados del análisis de la BPT son evidentemente débiles, sobre todo si lo que se busca es estar en condiciones similares a la de países desarrollados, en tanto que los porcentajes de participación en bienes de alta tecnología prácticamente se mantienen sin cambio.

La situación muestra que, en materia de investigación y desarrollo tecnológico, México aún no puede incluirse en el nivel de países industrializados; inclusive países de similar

desarrollo, han diseñado estrategias para aprovechar de mejor forma el entorno internacional para posicionar sus productos en los grandes mercados.

La ciencia y la tecnología son vitales para cualquier país que tenga como objetivo el desarrollo y la generación creciente de bienestar, por lo que resulta necesario incrementar los apoyos que consoliden la inversión en infraestructura entre la fuerza generadora de conocimiento y el sector productivo. También se requiere, tal y como se ha mencionado, el esfuerzo conjunto del sector público y privado, además de todos aquellos que de una forma u otra se encuentran relacionados con la ciencia y la tecnología.

El esfuerzo mexicano hacia la consolidación de una plataforma en ciencia y tecnología

En este capítulo se hace un análisis descriptivo de los indicadores en ciencia y tecnología de México a un mayor nivel de desagregación, así como de algunos aspectos institucionales que permitirán conocer la condición y avance del país en este tema.

III.1 Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología (GNCyT)

En un periodo de once años el gasto en ciencia y tecnología se mantiene con ligeros cambios como proporción del Producto Interno Bruto, lo que indica una correlación directa con este último. Esto es que en años donde los ingresos son altos, la proporción destinada a la ciencia y la tecnología también se ha incrementado pero sin superar la barrera de participación más alta que se presentó en 1998.

Gasto nacional en ciencia y tecnología, 1995-2005

Millones de pesos

Año	GNCyT		PIB		GNCyT/PIB
	A precios corrientes	A precios de 2005	A precios corrientes	A precios de 2005	
1995	6.483,66	20.650,00	1.840.430,82	5.861.646,10	0,35
1996	8.839,64	21.578,45	2.529.908,59	6.175.762,76	0,35
1997	13.379,93	27.742,07	3.179.120,38	6.591.618,28	0,42
1998	17.789,07	31.946,93	3.848.218,31	6.910.915,79	0,46
1999	18.788,14	29.324,26	4.600.487,76	7.180.376,51	0,41
2000	22.923,04	31.897,50	5.497.735,55	7.650.122,49	0,42
2001	23.993,46	31.529,87	5.811.776,30	7.637.270,14	0,41
2002	24.363,87	29.944,37	6.267.473,80	7.703.029,13	0,39
2003	29.309,04	33.179,55	6.895.356,85	7.805.948,48	0,43
2004	27.952,09	29.476,56	7.713.796,20	8.134.494,42	0,36
2005	31.338,49	31.338,49	8.374.348,53	8.374.348,53	0,37

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Los recursos destinados a la ciencia y la tecnología están conformados por la Investigación y desarrollo experimental (IDE), la Educación y enseñanza científica y técnica (EECyT) que principalmente se refiere a la educación de posgrado; y los Servicios científicos y tecnológicos (SCyT).

El gasto nacional en ciencia y tecnología, por sector de financiamiento en 2004 muestra de forma sintetizada el esfuerzo de México en estas actividades, lo que permite apreciar de manera integral el panorama de la inversión en ciencia y tecnología.

En el año 2004, la inversión nacional en actividades científicas y tecnológicas se ubicó en 57,123.6 millones de pesos corrientes, lo que equivale al 0.74 por ciento del PIB de ese año. La composición del gasto muestra que gran parte de los recursos se invirtieron en investigación y desarrollo experimental, 55.4%; seguido por el monto destinado a servicios científicos y tecnológicos 26.9%, el resto se dedicó a educación de posgrado.

Es evidente que el Sector Público es la principal fuente de recursos para la ciencia y la tecnología, financiando la mitad del gasto nacional; en segundo lugar se ubicó al Sector Privado, que incluye el gasto de las empresas, las familias y del sector externo, quienes aportaron 41.4 por ciento del total del gasto, mientras que el restante 8.6 por ciento fue financiado por las instituciones de educación superior con recursos propios.

Al interior de cada sector de financiamiento existen diferencias en la composición de su gasto, que reflejan en parte la debilidad en el desarrollo de las actividades de ciencia y tecnología. De esta manera, se tiene que el Sector Público destina 60.4 por ciento de su inversión a la IDE, 23.8 por ciento a la educación de posgrado y 15.8 por ciento a los servicios científicos y tecnológicos.

Las Instituciones de Educación Superior destinan más de la mitad de sus recursos a financiar la investigación y desarrollo experimental, el 22.9 por ciento a educación de posgrado y a los servicios en CyT, 25.2 por ciento.

Finalmente, el sector privado destina la mitad de su inversión al desarrollo de la IDE, a los servicios científicos y tecnológicos el 40.6 por ciento, y por último el apoyo a formación de personal de posgrado con 9.4 por ciento.

Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología, por sector de financiamiento, 2004e

Millones de pesos corrientes

Actividad	Sector Público				Total	IES	Gasto de las familias	Sector Privado		Total	Total	% del GNCyT	% del PIB
	Gasto Federal			Estados ¹				Sector Productivo	Sector Externo				
	Sectores	Conacyt	Total										
IDE	14,493.2	2,658.0	17,151.2	100.3	17,251.5	2,551.4		11,582.4	255.1	11,837.4	31,640.4	55.4%	0.41%
Posgrado	4,436.7	1,901.0	6,337.8	450.0	6,787.8	1,126.3	1,550.0	662.1		2,212.1	10,126.2	17.7%	0.13%
Servicios en CyT	4,048.5	470.2	4,518.8		4,518.8	1,239.9		9,598.3		9,598.3	15,357.0	26.9%	0.20%
Total	22,978.4	5,029.4	28,007.8	550.3	28,558.1	4,917.7	1,550.0	21,842.8	255.1	23,647.8	57,123.6	100%	0.74%
% del GNCyT	40.2%	8.8%	49.0%	1.0%	50.0%	8.6%	2.7%	38.2%	0.4%	41.4%	100.0%		

e/ Estimación preliminar.

^{1/} Aportaciones de los Gobiernos Estatales a los Fondos Mixtos y Educación de Posgrado.

Nota: PIB de 2004 es de 7,713.8 miles de millones de pesos.

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Por tipo de actividad, el gasto en IDE por parte del Gobierno Federal y Estatal es de 54.5 por ciento; aunque es importante notar que la aportación de los estados es muy pequeña. El sector privado contribuye con el 37.4 por ciento y las instituciones de educación superior aportan el restante 8.1 por ciento.

Respecto a la EECyT, el Sector Público realiza el principal aporte de recursos a esta actividad con 67 por ciento del total en este rubro, mientras que el sector privado financia

21.9 por ciento de la inversión, la cual incluye un aporte muy importante por parte de los hogares que participan con 70 por ciento dentro de este porcentaje. Las IES participan con el 11.1 por ciento del gasto en estudios de posgrado. Es importante resaltar que en el caso de las IES, esta cifra se refiere a recursos propios, ya que las aportaciones que provienen del sector público federal y estatal, se contabilizan como parte del financiamiento público.

En relación con los servicios científicos y tecnológicos, la composición del financiamiento muestra que el sector privado aporta 62.5 por ciento de los recursos en esta actividad, seguido por el público con 29.4 por ciento y en tercer lugar las IES, las cuales contribuyen con 8.1 por ciento del gasto. Esta composición sugiere que las empresas destinan importantes recursos a estas actividades, con el objetivo de complementar, sustituir o desarrollar tecnología propia. Una práctica consistente a lo largo de los años, que refleja en parte el grado de dependencia tecnológica, es el interés del sector privado por adquirir patentes, licencias, o servicios de asistencia técnica; que en la mayoría de los casos proviene del exterior.

Por sector administrativo, el 35.3% se destina al sector de educación, principalmente a instituciones como la UNAM, el IPN, al CINEAV y a la UAM.

*Participación de los sectores administrativos y principales entidades en el Gasto Federal en CyT, 2004**

Sector administrativo	Entidad	Millones de pesos	Porcentaje
		10.407,52	35,3%
Educación Pública	Universidad Nacional Autónoma de México	4.560,47	43,8%
	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	1.378,24	13,2%
	Universidad Autónoma Metropolitana	1.196,52	11,5%
	Instituto Politécnico Nacional	1.733,03	16,7%
	El Colegio de México, A.C.	354,34	3,4%

Sector administrativo	Entidad	Millones de pesos	Porcentaje
	Otros	1.184,92	11,4%
		4.711,67	16,0%
Energía	Instituto Mexicano del Petróleo	3.683,84	78,2%
	Instituto de Investigaciones Eléctricas	573,72	12,2%
	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	454,10	9,6%
		2.041,87	6,9%
Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	1.225,82	60,0%
	Colegio de Postgraduados	445,33	21,8%
	Instituto Nacional de la Pesca	18,96	0,9%
	Universidad Autónoma Chapingo	269,26	13,2%
	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	25,50	1,2%
	Otros	57,00	2,8%
		9.304,35	31,6%
Conacyt	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	5.303,68	57,0%
	Centros Conacyt	4.000,66	43,0%
		3.011,15	10,2%
Otros sectores administrativos		3.011,15	10,2%
Total		29.476,55	100,0%

*/Millones de pesos de 2005.

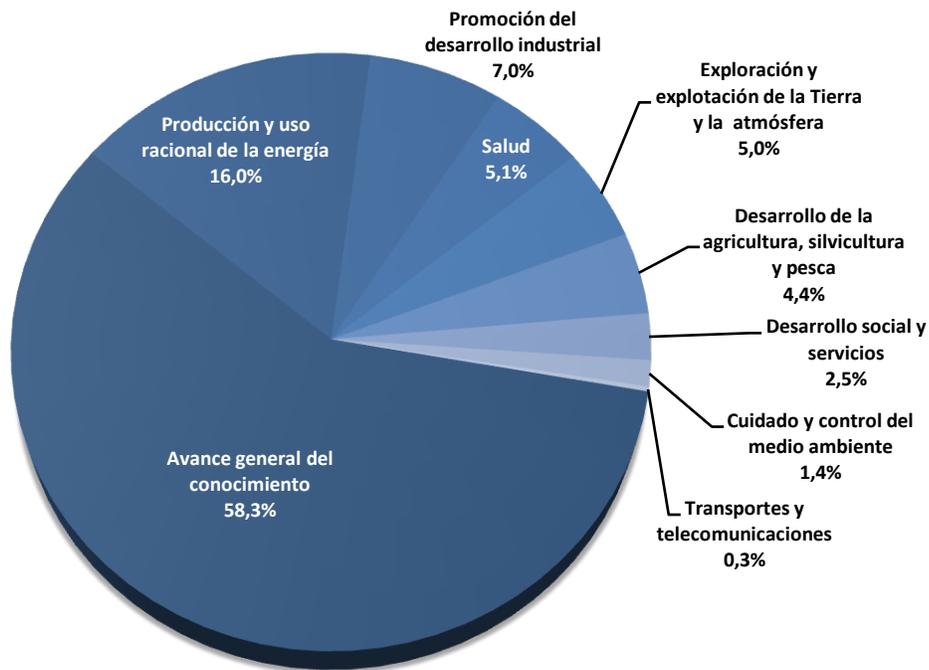
Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Una tercera parte del gasto total le corresponde al Conacyt; al Sector de Energía se le asigna el 16% quien a su vez destina una buena parte al Instituto Mexicano del Petróleo. Al Sector Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; recibe el 6.9 por ciento de los recursos federales que se transfieren principalmente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; al Colegio de Postgraduados y a la Universidad Autónoma Chapingo.

La participación por objetivo socioeconómico, muestra que más de la mitad de los recursos se otorgan para el avance general del conocimiento. A la producción y uso

racional de la energía el 16% y a la promoción del desarrollo industrial el siete por ciento; el resto de los objetivos representa el 18%.

GFCyT por objetivo socioeconómico, 2004

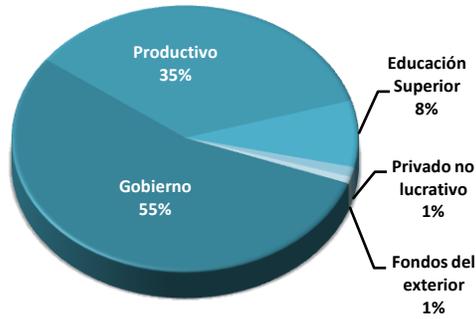


Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

III.2 Gasto Interno en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE)

Analizando el GIDE por la fuente de los fondos, en 2004 el 55% lo aporta el Sector Público y más de la tercera parte el productivo. El Sector de Educación Superior ejerció el 36%, mientras que los sectores productivo y público ejercieron un gasto mayor a los 10 mil mdp., cada uno.

Porcentaje del GIDE por fuente de fondos, 2004



GIDE por sector de ejecución, 2004e

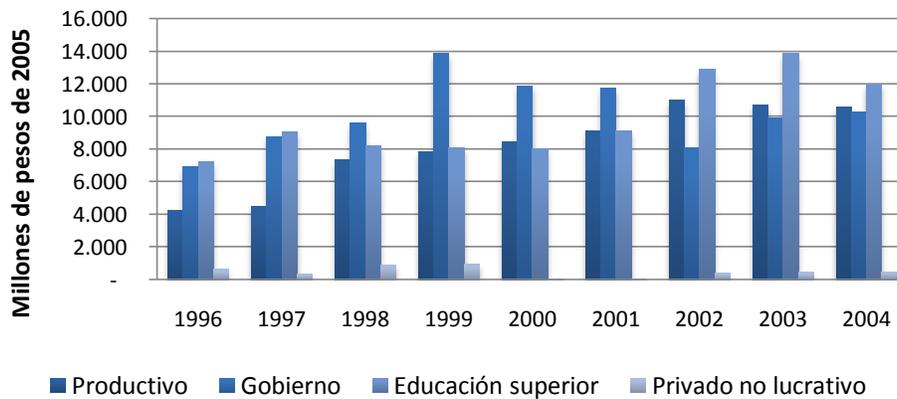
Sector	Millones de pesos
Productivo	10,573
Gobierno	10,281
Educación superior	12,023
Privado no lucrativo	489
Total	33,366

e/ Estimado.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

A lo largo de nueve años, los sectores que ejercen la mayor parte de los recursos destinados a investigación y desarrollo experimental, son las instituciones de educación superior y el gobierno, es importante notar la tendencia creciente de los recursos que gasta el sector productivo a lo largo de este periodo.

GIDE por sector de ejecución, 1996-2004



e/ Estimado.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

Al interior del sector productivo, el mayor gasto en investigación y desarrollo experimental se concentra en la industria manufacturera, en esencia para el desarrollo de maquinaria,

equipo, instrumentos y equipo de transportes; además de los productos relacionados con el carbón, petróleo, energía nuclear, químicos y productos de caucho y plástico. En menor proporción hacia la industria alimentaria. Otro de los sectores al que se le destina un mayor gasto es al de servicios, 19.7% del total.

GIDE del Sector productivo por industria, 2003

Industria	Millones de pesos	
	de 2005	Porcentaje
Agricultura	3.7	0.03
Minería	36.1	0.34
Manufactura	8,577.9	79.71
<i>Alimentos, bebidas y tabaco</i>	<i>1,049.2</i>	<i>9.75</i>
<i>Textiles, prendas de vestir, piel y cuero</i>	<i>180.8</i>	<i>1.68</i>
<i>Madera, papel, imprentas y publicaciones</i>	<i>31.6</i>	<i>0.29</i>
<i>Carbón, petróleo, energía nuclear, químicos y productos de caucho y plástico</i>	<i>1,397.1</i>	<i>12.98</i>
<i>Productos minerales no metálicos</i>	<i>321.7</i>	<i>2.99</i>
<i>Metales básicos</i>	<i>370.5</i>	<i>3.44</i>
<i>Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)</i>	<i>747.8</i>	<i>6.95</i>
<i>Maquinaria, equipo, instrumentos y equipo de transporte</i>	<i>4,371.2</i>	<i>40.62</i>
<i>Muebles y otras manufacturas no especificadas en otra parte</i>	<i>88.1</i>	<i>0.82</i>
Electricidad, gas y suministro de agua (servicios públicos)	5.7	0.05
Construcción	16.5	0.15
Servicios	2,121.9	19.72
Total	10,761.8	100.00

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

III.3 Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (ARHCyT)

El ARHCyT al 2005 es de 8.3 millones de personas. La población que ha completado al menos el tercer nivel de educación es alrededor de 7.4 millones; la población ocupada en actividades de ciencia y tecnología suma más de 4.9 millones de personas; y 3.1 millones de personas han completado al menos el tercer nivel de educación y se encuentran ocupadas en actividades de ciencia y tecnología. Es notable la distribución tan similar en el número de personas por género, para cada una de las categorías.

Acervo de recursos humanos en CyT, Miles de personas, 2005e

Indicador	Acervo		
	Total	Hombres	Mujeres
ARHCyT: Acervo total de recursos humanos en ciencia y tecnología	8,376	4,198	4,178
RHCyTE: Población que ha completado al menos el tercer nivel de educación	7,435	3,946	3,490
RHCyTO: Población Ocupada en actividades de ciencia y tecnología	4,942	2,594	2,348
RHCyTC: Personas que han completado al menos el tercer nivel de educación y que están ocupadas en actividades de ciencia y tecnología	3,158	1,668	1,490

e/ Estimado.

Notas: ARHCyT comprende a toda la población con estudios de licenciatura o posgrado y aquellos ocupados como administradores y áreas técnicas (educación, producción, etc.). La PEA ocupada en 2005 fue de 41,320 miles de personas y la PEA formal se estima en 14,200 miles de personas.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

El comportamiento de los recursos humanos a lo largo de seis años, indica que en el año 2000 se registró la caída más importante en el periodo, contrastando con el año siguiente que muestra un repunte general, ya que el ARHCyT se incrementó en 19%. Los RHCyTE lo hizo en 30%, la categoría de los recursos humanos que completaron el tercer nivel de educación ocupados en actividades de CyT, creció 22% respecto al año anterior; y finalmente la población ocupada en actividades de este tipo lo hizo en ocho por ciento.

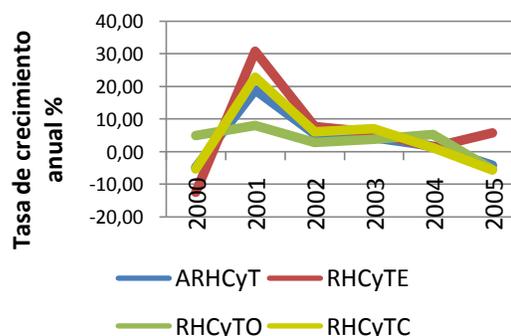
Acervo de recursos humanos en CyT, 1999-2005e

Indicador	1999	2000	2001	2002	2003	2004e	2005e
ARHCyT	6,882	6,558	7,800	8,229	8,586	8,733	8,376
RHCyTE	5,291	4,632	6,065	6,540	6,933	7,028	7,435
RHCyTO	4,079	4,284	4,634	4,769	4,956	5,227	4,942
RHCyTC	2,487	2,358	2,900	3,081	3,303	3,345	3,158

e/ Estimado.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

Crecimiento del acervo de recursos humanos en CyT, 1999-2005



Para los años subsecuentes se observa una disminución gradual en el ritmo de crecimiento de estos indicadores, en el 2005, sólo el rubro de la población con el tercer nivel de educación, registro un crecimiento del 5.8%.

Por último, el mayor número de egresados de programas de posgrado por nivel de estudios y campo de la ciencia, está a nivel maestría con 37 mil, con grado de especialización son 12 mil y a nivel doctorado son más de 2 mil personas.

Entre 2000-2006, por nivel de estudio, gran parte se ubica dentro de los egresados en maestría, seguido de los que realizan alguna especialización.

Por campo de la ciencia se hace más evidente la orientación de la política educativa del país, condición que en parte, es uno de los determinantes por los que son bajos los indicadores de ciencia y tecnología, en el contexto mundial. Lo anterior tiene sentido si se analiza el número de egresados en el campo de las ciencias exactas, de ingeniería y de aquellas que implican en cierta forma la generación de conocimiento que puede derivar en invenciones con aplicaciones prácticas y por consiguiente, propensas a ser comercializables en el mercado interno y externo.

Egresados de programas de posgrado por nivel de estudios y campo de la ciencia, 2000-2006e*

Nivel de estudio	2000	2001	2002	2003	2004p	2005e	2006e	Total
Especialización	9,266	10,314	10,307	10,099	10,776	11,176	11,617	73,555
Maestría	19,373	23,632	26,253	26,840	30,325	32,847	35,376	194,646
Doctorado	1,035	1,085	1,446	1,390	1,571	1,715	1,874	10,116
Total	29,674	35,031	38,006	38,329	42,672	45,738	48,867	278,317
<i>Campo de la Ciencia</i>								
Ciencias Exactas y Naturales	947	1,057	1,020	979	1,031	1,048	1,073	7,155
Tecnologías y Ciencias Agropecuarias	829	845	715	889	840	854	868	5,840

Nivel de estudio	2000	2001	2002	2003	2004p	2005e	2006e	Total
Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería	4,336	4,765	4,979	5,417	5,793	6,173	6,558	38,021
Ciencias de la Salud	3,379	3,600	3,764	4,077	4,277	4,511	4,760	28,368
Ciencias Sociales**	20,183	24,764	27,528	26,967	30,731	33,152	35,608	198,933
Total	29,674	35,031	38,006	38,329	42,672	45,738	48,867	278,317

p/ Datos preliminares e/ Datos estimados.

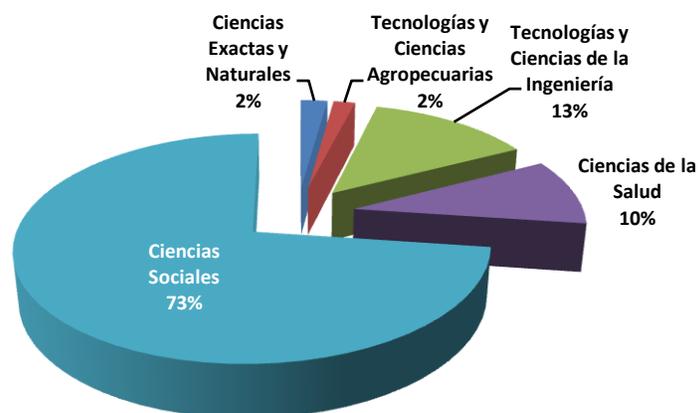
* No implica que el grado sea otorgado.

**Incluye los campos de ciencias sociales, administrativas, educación y humanidades.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

En el 2006, alrededor de 35 mil egresados pertenecen al campo de las Ciencias Sociales y Humanidades, dentro del campo de las Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería suman más de 6 mil, en importancia le siguen los egresados en Ciencias de la Salud y en Ciencias Exactas y Naturales. La notable participación de las ciencias sociales se encuentra a lo largo de este periodo, en el último año, el resto de los campos de estudio suma el 27%.

Participación de egresados por campo de la ciencia, 2006



Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

Las cifras en un periodo de seis años, indican que el personal dedicado a IDE por sector de empleo se ubican principalmente dentro de las instituciones de educación superior. Es

importante observar la disminución de la población dedicada a la IDE del sector público, en contraste con el incremento sostenido que muestra el sector productivo a lo largo de estos años.

Personal dedicado a IDE por sector de empleo 1999-2004*

Sector de empleo	1999e	2000	2001	2002	2003	2004e
Productivo	7,749	9,576	8,901	13,697	18,608	19,649
Gobierno	17,717	16,691	16,592	13,311	13,311	15,355
Educación superior	14,143	14,072	15,694	24,720	26,108	24,792
Privado no lucrativo	237	206	206	1,651	1,848	2,125
Total	39,846	40,545	41,393	53,379	59,875	61,921

*/ Número de personas en equivalente a tiempo completo

e/ Datos estimados.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

Para el año 2004, la distribución por sector indica que el 40% es personal dedicado a la IDE dentro de la educación superior, seguido del 32% que se encuentra en el sector productivo y una cuarta parte en el gobierno.

Participación del personal dedicado a IDE por sector de empleo, 2004



Personal dedicado a IDE por ocupación 2004*



*/ Número de personas en equivalente a tiempo completo

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

La conformación del personal dedicado a IDE muestra que el 56% del personal total son investigadores, el 25% son técnicos y el personal auxiliar representa una quinta parte.

El número de investigadores por sector de empleo en los últimos años, reflejan también una reconfiguración entre el sector público y el productivo. Las cifras de los investigadores que se ubican en instituciones de educación superior indican que este sector ha sido fundamental para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. Por otro lado el privado no lucrativo, a partir del 2002 comienza a adquirir una importancia relativa.

Investigadores por sector de empleo, 1999-2004e*

Sector de empleo	1999e	2000e	2001	2002	2003	2004e
Productivo	3.540	4.379	4.069	7.650	8.726	9.081
Gobierno	7.540	7.130	7.091	6.386	6.376	6.754
Educación superior	10.648	10.648	12.094	15.861	16.791	16.043
Privado no lucrativo	151	136	136	1.235	1.591	2.028
Total	21.879	22.293	23.390	31.132	33.484	33.906

*/ Número de personas en equivalente a tiempo completo

e/ Datos estimados.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

Los investigadores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) constituyen el 32% del número total en el 2004. Por campo de la ciencia, sobresalen los dedicados a las físico-matemáticas y ciencias de la tierra, biológicas y química; además de las humanidades y ciencias de la conducta.

Miembros del SNI y área de la ciencia, 2004

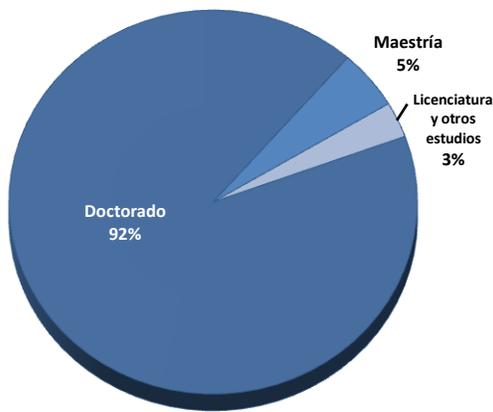
Área de la ciencia	Número de Investigadores*	Participación
Fis.-Mat. y ciencias de la Tierra	1.968	18%
Biología y química	1.776	16%
Med. y ciencias de la salud	1.168	11%
Humanidades y ciencias de la conducta	1.798	16%
Sociales	1.369	13%
Biotec. y ciencias agropecuarias	1.257	12%
Ingeniería	1.568	14%
Total	10.904	100%

*/ Comprende los tres niveles del SNI y número de candidatos.

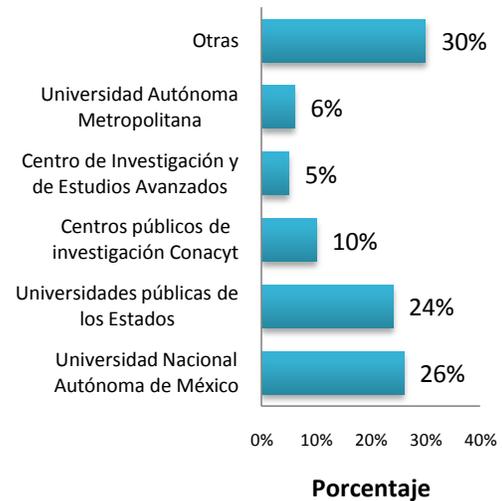
Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

Por nivel de estudio el 92% es de doctorado, el cinco por ciento pertenece a maestría y un tres por ciento cuenta con licenciatura y otros estudios. Por institución, el 26% de los investigadores se encuentra en la Universidad Nacional Autónoma de México, el 24% en Universidades públicas de los Estados y dentro del Conacyt el 10%. Desde la creación en 1984 del SNI, se ha caracterizado por la concentración de la mayoría de sus investigadores en instituciones localizadas en el Distrito Federal; sin embargo en la actualidad, cada vez más miembros del SNI se encuentran trabajando en instituciones ubicadas en las entidades federativas como Morelos, México, Puebla, Guanajuato y Baja California. En 2005, el Distrito Federal cuenta con el 44 por ciento de los investigadores y las entidades federativas con el 56 por ciento.

Miembros del SNI por nivel de estudios, 2004



Miembros del SNI por institución de adscripción, 2004



Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

III.4 Producción científica y tecnológica

La producción científica y tecnológica, toma dimensión en los artículos publicados por científicos mexicanos, por la creación de ideas que derivan en patentes, así como en el intercambio comercial con el exterior de productos y servicios que implican un alto grado de tecnología.

III.4.1 Indicadores bibliográficos

Se estima que los artículos publicados en 2005 son 6,787; aunque éste total comprende artículos clasificados en más de una disciplina. Las principales disciplinas en las que se generan artículos son Física, Botánica y Zoología, Medicina, Química, Biología e Ingeniería. Entre 1996 y 2005, los artículos publicados han duplicado su número.

Artículos publicados por científicos mexicanos por disciplina 1996-2005

Disciplina	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Agricultura	108	163	141	157	157	169	193	290	290	367	2.035
Astrofísica	111	131	152	220	173	234	193	192	196	224	1.826
Biología	213	292	303	351	328	396	358	401	440	419	3.501
Ecología	114	155	157	176	211	204	249	282	306	343	2.197
Física	649	647	803	961	949	1.026	1.080	1.107	991	1.219	9.432
Geociencias	90	111	120	131	171	182	183	240	238	258	1.724
Ingeniería	132	146	226	261	249	294	333	430	399	466	2.936
Materiales	127	153	175	217	232	231	258	246	262	279	2.180
Medicina	494	504	534	577	640	612	667	659	633	776	6.096
Plantas y Animales	382	426	527	530	576	589	633	718	766	816	5.963
Química	408	417	474	514	516	577	598	691	756	935	5.886
Otras disciplinas	766	781	845	922	892	1.016	1.029	1.228	1.247	1.385	10.111
Total*	3.282	3.587	4.057	4.531	4.633	4.999	5.123	5.859	5.885	6.787	48.833

*La suma de los totales puede no coincidir debido a que un artículo puede estar clasificado en varias áreas de la ciencia.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

El análisis quinquenal de impacto de los artículos mexicanos, muestra un incremento gradual en este periodo; sin embargo, como se expone en el capítulo anterior este impacto resulta aún inferior a los que registran países latinoamericanos como Argentina y Chile.

Citas e impacto en análisis quinquenal de los artículos mexicanos, 1992-2005

Quinquenio	Citas	Impacto
92-96	25,231	2.0
93-97	28,577	2.0
94-98	33,573	2.1
95-99	39,832	2.2
96-00	44,957	2.2
97-01	52,503	2.4
98-02	58,319	2.5
99-03	66,669	2.6
00-04	71,186	2.7
01-05	80,020	2.8

Nota: El factor de impacto es el cociente entre el número de citas y el número de artículos en un tiempo determinado.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

Las principales entidades que generan el mayor número de artículos y citas durante el periodo 2000-2005, son el Distrito Federal, Morelos, Puebla y el Estado de México, que generaron el 69.8% de la producción de artículos científicos. El Distrito Federal ha generado en los últimos diez años el 56% del total de los artículos científicos del país.

Producción e impacto según el estado de residencia del autor, 2000-2005

Entidad	Artículos	Citas	Impacto
Distrito Federal	29,081	65,026	2.24
Morelos	3,365	8,869	2.64
Puebla	2,301	5,744	2.50
Jalisco	1,936	2,926	1.51
Baja California	1,648	2,998	1.82
Guanajuato	1,627	3,752	2.31
México	1,429	1,724	1.21
Nuevo León	1,335	2,433	1.82

Entidad	Artículos	Citas	Impacto
Querétaro	1,119	2,030	1.71
Michoacán	1,182	2,732	2.31

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

La producción científica por institución en el periodo 2001-2005; indica que la Universidad Nacional Autónoma de México generó 14,528 artículos y un impacto de 2.36; la producción científica de esta institución es la más diversa del país, abarcando todas las áreas del conocimiento, gran parte de estos documentos son los más citados y por consiguiente los más influyentes. Cuenta con centros e institutos de investigación en diversas disciplinas, los cuales desarrollan y fomentan la generación de nuevos conocimientos, tecnologías e innovaciones.

Producción, citas e impacto de las principales instituciones, 2001-2005

Institución	Artículos	Citas	Impacto
Universidad Nacional Autónoma de México	14.528	34.251	2.36
Instituto Politécnico Nacional	6.262	14.486	2.31
Secretaría de Salud	4.421	12.738	2.88
Instituto Mexicano del Seguro Social	2.891	5.924	2.05
Universidad Autónoma Metropolitana	2.199	3.987	1.81
Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán"	1.444	3.491	2.42
Instituto Mexicano del Petróleo	1.124	2.417	2.15
Universidad de Guadalajara	882	1.334	1.51
Universidad Autónoma de Nuevo León	819	1.450	1.77
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	747	1.388	1.86

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

El Instituto Politécnico Nacional es la segunda institución más importante, elaboró 6,262 artículos con un impacto del 2.31. Por otro lado, el sector salud en su conjunto es un importante generador de artículos científicos con más de 7,712 artículos, 18,662 citas e impacto del 2.5. La Universidad Autónoma Metropolitana produce 2,199 artículos, 3,987 citas y 1.81 de impacto.

Otra aportación importante a la producción bibliográfica, es la que se genera por el conjunto de centros públicos del Conacyt, que se encuentra integrado por 27 institutos, los cuales están distribuidos a lo largo del territorio nacional y están dedicados a impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico.

Producción, citas e impacto de Centros de Investigación Conacyt, 2001-2005

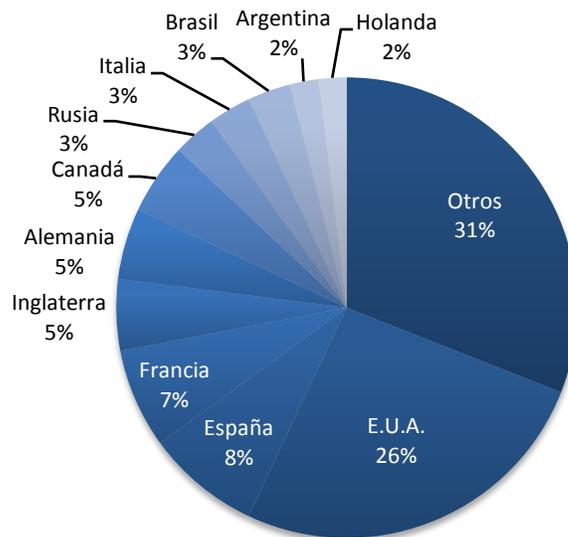
Institución	Artículos	Citas	Impacto
Ciencias exactas y naturales			
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)	683	2,331	3.4
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)	627	1,059	1.7
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)	476	705	1.5
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR)	468	907	1.9
Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO)	362	710	2.0
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)	299	500	1.7
Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV)	228	279	1.2
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (IPICYT)	223	861	3.9
Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT)	213	298	1.4
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)	153	311	2.0
Ciencias sociales y humanidades			
El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)	347	774	2.2
Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. (CIDE)	91	53	0.6
Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS)	30	17	0.6
El Colegio de la Frontera Norte, A.C. (COLEF)	21	25	1.2
Instituto de Investigaciones "Dr. José María Luis Mora" (MORA)	9	2	0.2
El Colegio de Michoacán, A.C. (COLMICH)	7	1	0.1
El Colegio de San Luis, A.C. (COLSAN)	2	0	0.0
Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", A.C.	1	0	0.0
Desarrollo tecnológico			
Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)	123	170	1.4
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)	40	71	1.8
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C. (CIDETEQ)	37	81	2.2
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)	15	13	0.9
Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en Cuero y Calzado, A.C. (CIATEC)	9	5	0.6
Centro de Tecnología Avanzada, A.C. (CIATEQ)	8	1	0.1

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Los centros más productivos se ubican en el campo de las ciencias exactas y naturales, en este quinquenio el INAOE generó 683 artículos y el CICESE 627, cuyo impacto es de 3.4 y 1.7; respectivamente. En las Ciencias Sociales y Humanidades el centro más productivo fue el ECOSUR con 347 artículos; Un hecho evidente es la reducida producción de artículos que generan los centros dedicados al Desarrollo Tecnológico, donde sobresale el CIQA que generó 123 documentos en cinco años.

Finalmente, la colaboración entre México y otros países en la elaboración de artículos científicos, por orden de importancia son: Estados Unidos, España, Francia, Inglaterra, Alemania y Canadá.

Participación porcentual de países más significativos en los artículos de colaboración, 2005



Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

III.4.2 Patentes

En cuanto al número de patentes, durante el año 2005 se solicitaron un total de 14,436 patentes, lo que implica un crecimiento del 9.4 por ciento respecto al año anterior, esta cifra es la más alta registrada en el periodo 1992-2005.

Al diferenciar entre solicitudes realizadas por nacionales y por extranjeros, las patentes solicitadas por mexicanos se incrementaron en un 3.3%, proporción inferior al crecimiento de las solicitudes realizadas por extranjeros que es de 9.7 por ciento.

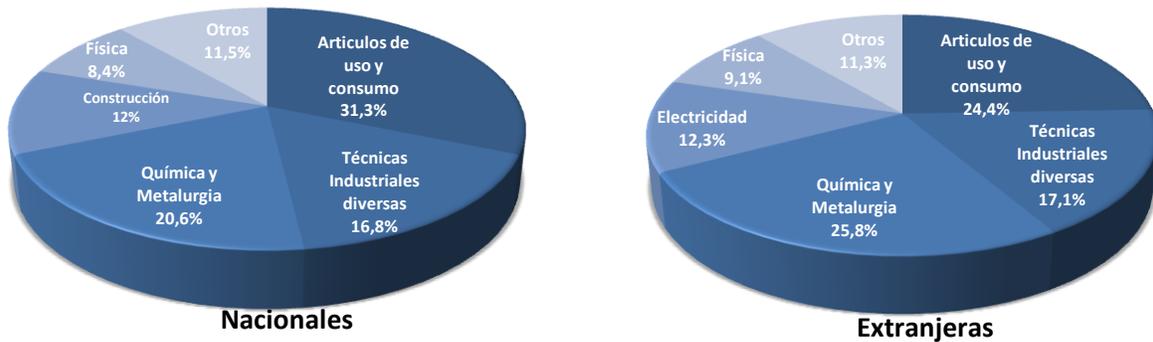
Patentes solicitadas y concedidas en México, 1992-2005

Año	Solicitadas			Concedidas		
	Nacionales	Extranjeras	Total	Nacionales	Extranjeras	Total
1992	565	7.130	7.695	268	2.892	3.160
1993	553	7.659	8.212	343	5.840	6.183
1994	498	9.446	9.944	288	4.079	4.367
1995	432	4.961	5.393	148	3.390	3.538
1996	386	6.365	6.751	116	3.070	3.186
1997	420	10.111	10.531	112	3.832	3.944
1998	453	10.440	10.893	141	3.078	3.219
1999	455	11.655	12.110	120	3.779	3.899
2000	431	12.630	13.061	118	5.401	5.519
2001	534	13.032	13.566	118	5.360	5.478
2002	526	12.536	13.062	139	6.472	6.611
2003	468	11.739	12.207	121	5.887	6.008
2004	565	12.629	13.194	162	6.676	6.838
2005	584	13.852	14.436	131	7.967	8.098

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Otro indicador importante es el número de patentes concedidas en México, para 2005 suman 8,098; el 98% son patentes extranjeras y 131 las registradas por residentes. Respecto al año anterior, se registró una reducción del 19.1 por ciento en las otorgadas a nacionales. Las patentes concedidas a extranjeros en el año 2005 crecieron 19.3 por ciento en relación con el año previo.

Participación de las patentes concedidas en México, acorde a la IPC, 2004*



*/IPC: Clasificación Internacional de Patentes, por sus siglas en inglés.

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

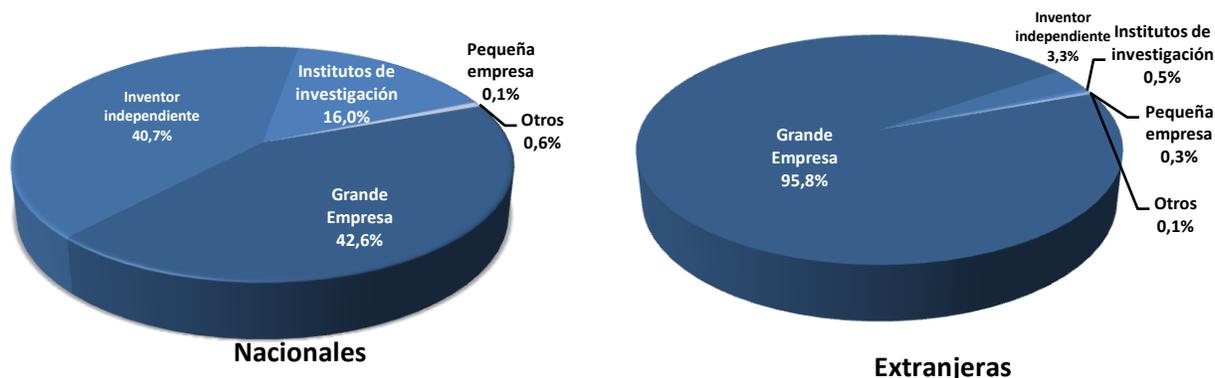
La distribución de las patentes concedidas a mexicanos por sección, es de 41 a artículos de uso y consumo; en química y metalurgia fueron 27; y las otorgadas a técnicas industriales diversas son 22.

En contraste, las concesiones a extranjeros, muestra que química y metalurgia es la sección con mayor participación 2,055 patentes; las que implican los artículos de uso y consumo son 1,946; y las de técnicas industriales suman 1,359 concesiones.

Por el tipo de instituciones o personas que las solicitan, en el 2004, indica que existen tres figuras importantes en el ámbito interno: las grandes empresas nacionales que obtuvieron 69 concesiones, los inventores independientes que lograron 66; y los institutos de investigación que tuvieron 26 concesiones.

Las patentes otorgadas a extranjeros son en su mayoría para las grandes corporaciones que sumaron 6,393; y a los inventores independientes con 222 concesiones.

Distribución porcentual de patentes concedidas en México por tipo de inventor, 2004



Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Las principales empresas extranjeras titulares de patentes son empresas norteamericanas con 543 registros, le siguen las corporaciones alemanas con 241 patentes, las francesas adquirieron 163, japonesas son 147, las concedidas a empresas suizas 127; y las patentes a compañías suecas suman 123. En el caso de México únicamente sobresalen las otorgadas al Instituto Mexicano del Petróleo. Como se muestra, la mayoría de estas empresas se caracterizan por ser líderes en ramos industriales como la química, de alimentos, comunicaciones y electrónica.

Principales titulares de patentes en México, 2004

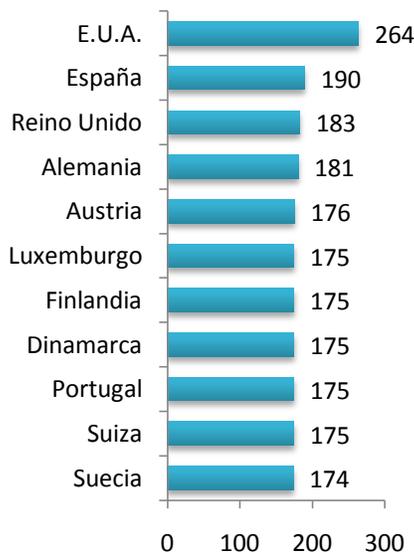
País	Empresa	Numero de patentes
Estados Unidos de América	The Procter & Gamble Company	184
	Pfizer Inc.	140
	Kimberly Clark Worldwide	97
	E.I.Dupont de Nemours and Company, Inc.	65
	Qualcomm Inc.	57
Alemania	Basf Corporation	97
	Bayer, Inc.	95
	Aventis Pharma, S.A.	49
Francia	Thomson Consumer Electronics, Inc.	107
	L'oreal	56
Japón	Matsushita Electric Industrial Co, Ltd.	28

País	Empresa	Numero de patentes
Japón	Sony Corporation	19
Suecia	Telefonaktiebolaget L M Ericsson	67
	Astra Zéneca AB	56
Suiza	F. Hoffmann-La Roche AG	51
	Ciba Specialty Chemicals Holding Inc.	48
	Societe Des Produits Nestlé S.A.	28
República de Corea	Samsung Electronics Co., Ltd.	23
Reino Unido	Glaxo Group Limited	14
México	Instituto Mexicano del Petróleo	19

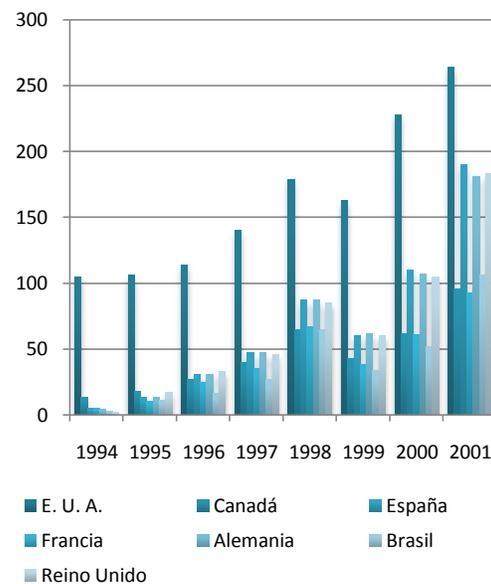
Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

La información disponible con el número de patentes solicitadas por mexicanos en el exterior del año 2001, muestra que los principales países receptores fueron Estados Unidos que recibió 264 solicitudes, España 190, Reino Unido 183 y Alemania 181. En un periodo de ocho años, se observa que este grupo de países han sido los principales receptores de solicitudes de patentes mexicanas.

Solicitudes de patentes mexicanas por país seleccionado, 2001



Número de patentes solicitadas por mexicanos en el extranjero, principales países, 1994-2001



Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Por último, la relación de dependencia para 2005, es de 23.7, lo que indica que por cada patente solicitada por un mexicano hubo más de 20 patentes solicitadas por extranjeros.

Es importante resaltar el estancamiento que presenta entre 1995-2005, el coeficiente de inventiva que no rebasa el 0.05.

La tasa de difusión, que es una forma de representar la magnitud como se dan a conocer los inventos desarrollados por un país en el exterior; indica que para el año 2001 el valor se estima en 16.83.

Relación de dependencia, inventiva y difusión en México, 1995-2005

Año	Dependencia	Inventiva	Difusión
1995	11,5	0,05	1,14
1996	16,5	0,04	2,41
1997	24,1	0,04	4,31
1998	23,1	0,05	7,45
1999	25,6	0,05	11,51
2000	29,3	0,04	11,45
2001	24,4	0,05	16,83
2002	23,8	0,05	n. d.
2003	25,1	0,05	n. d.
2004	22,4	0,05	n. d.
2005	23,7	0,05	n. d.

n. d.: dato no disponible.

Notas: Relación de Dependencia: Es el cociente del número de solicitudes de patentes hechas por extranjeros entre el número de solicitudes de nacionales. Este indicador puede dar una idea de la medida en que un país depende de los inventos desarrollados fuera de él.

Coefficiente de Inventiva: Es el cociente del número de solicitudes de nacionales por cada 10,000 habitantes y da una clara idea de la proporción de la población que se dedica a actividades tecnológicas.

Tasa de Difusión. Es el cociente del número de solicitudes hechas por mexicanos en el extranjero entre el número de solicitudes de nacionales. Es la forma de representar que tanto se dan a conocer los inventos desarrollados en un país fuera de él.

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

III.4.3 Balanza de Pagos Tecnológica de México

La adquisición de conocimientos del exterior puede ser un factor de gran importancia para llevar a cabo la asimilación activa de estos conocimientos, lo que puede llevar a establecer mejores condiciones en la generación de un mayor avance tecnológico en el sector productivo.

En la balanza de pagos tecnológica (BPT) se registran los flujos internacionales de conocimiento y de propiedad intelectual e industrial, que se contabilizan a través de los datos de ingresos y egresos con el exterior por regalías y asistencia técnica. Lo anterior implica que en esta balanza se registran algunas de las formas de importación de tecnología; y a partir del análisis y seguimiento de indicadores derivados de la BPT, se puede determinar también la participación de México en la generación y difusión de avances tecnológicos.

Entre 1993-1998, México registró el mayor flujo de ingresos desde el exterior, lo que indica una mayor generación y difusión de tecnologías en este periodo, donde además se registraron los mayores niveles de cobertura. En contraste, para años subsecuentes disminuyeron considerablemente hasta llegar a los 40.8 millones de dólares, en 2001. En los últimos años se presenta una recuperación considerable en los ingresos, sin embargo; a lo largo de doce años, el pago al exterior ha sido muy superior.

Balanza de pagos tecnológica de México 1993-2004e

Millones de dólares de EUA

Año	Ingresos	Egresos	Saldo	Total de Transacciones ¹	Tasa de cobertura ²
1993	95.3	495.2	-399.9	590.5	0.19
1994	105.6	668.5	-562.9	774.1	0.16
1995	114.4	484.1	-369.7	598.5	0.24
1996	121.8	360.0	-238.2	481.8	0.34
1997	129.9	501.3	-371.4	631.2	0.26

Año	Ingresos	Egresos	Saldo	Total de Transacciones ¹	Tasa de cobertura ²
1998	138.4	453.5	-315.1	591.9	0.31
1999	42.1	554.2	-512.1	596.3	0.08
2000	43.1	406.7	-363.6	449.8	0.11
2001	40.8	418.5	-377.7	459.3	0.10
2002	70.3	690.2	-619.9	760.6	0.10
2003	79.3	672.0	-592.7	751.3	0.12
2004e	58.5	568.2	-509.7	626.7	0.10

e/ Estimado.

^{1/} Total de transacciones: es la suma de ingresos y egresos por estos conceptos, y mide la importancia de un país en el mercado internacional de tecnologías.

^{2/} Tasa de cobertura= Ingresos/Egresos. Muestra la proporción en que un país cubre sus necesidades de importación de tecnologías no incorporadas con las exportaciones correspondientes.

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

En 2004 el número de transacciones llevadas a cabo se estimó en 626.7; los ingresos obtenidos se calcularon en 58.5 millones de dólares, mientras que los egresos sumaron los 568.2 millones, lo que da un saldo negativo para dicha balanza. La tasa de cobertura es de 0.10.

III.4.4 Comercio exterior de Bienes de Alta Tecnología (BAT) en México

Durante el periodo 2000-2005, la participación del comercio exterior de BAT respecto al comercio exterior de manufacturas disminuyó a una tasa media anual del 1.7%, con una participación del 21.1% en el año 2005; en este año se registro una caída del 10.2 por ciento respecto al año anterior.

La principal causa de este comportamiento se debe a la baja tasa de crecimiento de las exportaciones de BAT de 1.2% por un lado, y por el otro, al fuerte incremento en las exportaciones manufactureras del 3.8 por ciento anual en promedio para este periodo. En este último año se reportó un fuerte incremento de las exportaciones manufactureras del 10.6 por ciento respecto a 2004 y una disminución de las exportaciones de BAT del 1.9

por ciento, lo que se tradujo en una menor participación de BAT en las exportaciones de manufacturas en ese año con 20.7%.

Por su parte, la participación de las importaciones de BAT en el periodo, registra una ligera disminución del 0.9 por ciento media anual, y que en el 2005 representa el 21.5% de las importaciones totales en manufacturas.

Comercio exterior de manufacturas y de BAT, 2000-2005

Millones de dólares, porcentaje

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Exportaciones						
Manufactureras	144.724,7	140.748,5	141.634,5	140.632,1	157.747,3	174.521,2
BAT	34.131,6	33.965,4	32.073,5	31.660,7	36.876,4	36.183,9
Participación de BAT en las exportaciones manufactureras	23,6	24,1	22,6	22,5	23,4	20,7
Importaciones						
Manufactureras	160.936,3	154.774,3	155.667,6	155.246,5	177.896,3	196.857,1
BAT	36.103,5	36.882,9	28.597,4	36.708,0	42.000,6	42.226,1
Participación de BAT en las importaciones manufactureras	22,4	23,8	18,4	23,6	23,6	21,5
Comercio						
Manufactureras	305.661,0	295.522,8	297.302,1	295.878,6	355.643,6	371.378,3
BAT	70.235,1	70.848,3	60.670,9	68.368,8	78.876,9	78.410,0
Participación de BAT en el comercio de manufactureras	23,0	24,0	20,4	23,1	23,5	21,1

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Por grupo de bienes de alta tecnología, el comercio exterior de México en 2005 indica un déficit de 6,042 millones de dólares. Las exportaciones suman 36,183 millones de dólares de las cuales cerca del 41% son bienes de electrónica y telecomunicaciones; y donde se registra el mayor déficit comercial de 3,960 millones de dólares.

Las exportaciones de computadoras y máquinas de oficina son las segundas en importancia con ingresos por más de 11 mil millones de dólares y es uno de los pocos

rubros que muestra un balance positivo; junto con los bienes relacionados con la aeronáutica. La tasa de cobertura es de 0.86 para el total de bienes de alta tecnología. Otros grupos de bienes que muestran un déficit considerable son los de maquinaria no eléctrica y los farmacéuticos.

Comercio exterior de BAT, por grupos de bienes, 2005

Millones de dólares

Grupo de bienes	Exportaciones	Importaciones	Saldo	Tasa de cobertura
Aeronáutica	1.254,2	809,4	444,7	1,55
Computadoras-Máquinas de Oficina	11.471,5	11.069,2	402,2	1,04
Electrónica-Telecomunicaciones	14.991,3	18.952,2	- 3.960,9	0,79
Farmacéuticos	1.236,4	2.389,6	-1.153,2	0,52
Instrumentos científicos	3.402,3	3.570,0	-167,7	0,95
Maquinaria eléctrica	3.068,0	3.491,4	-423,4	0,88
Químicos	641,1	707,8	-66,7	0,91
Maquinaria no eléctrica	103,3	1.211,8	-1.108,5	0,09
Armamento	15,8	24,6	-8,8	0,64
Total	36.183,9	42.226,1	-6.042,3	0,86

Fuente: Conacyt. *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.*

Los países que tienen un mayor intercambio comercial con México son principalmente miembros de la OCDE, además de ser con los que se tiene un saldo positivo por más de 8,924 millones de dólares. De los 33,134 mdd que se obtienen por concepto de exportaciones con la organización, el 85% proviene de Estados Unidos, cuyo saldo a favor es de más de 18 mil millones de dólares. Por otro lado, el mayor déficit se presenta con países asiáticos, en más de 14 mil millones de dólares.

Comercio exterior de BAT por principales países y regiones, 2005

Millones de dólares

País	Exportaciones	Importaciones	Saldo	Tasa de cobertura
OCDE	33.134,7	24.209,9	8.924,8	1,37
Alemania	356,0	1.531,8	-1.175,8	0,23
Canadá	772,5	444,8	327,7	1,74
E.U.A.	30.686,5	12.441,4	18.245,1	2,47

País	Exportaciones	Importaciones	Saldo	Tasa de cobertura
Francia	60,8	515,3	-454,5	0,12
Japón	163,7	3.762,3	-3.598,6	0,04
Otros países OCDE	1.095,2	5.514,3	-4.419,1	0,20
Asia	673,8	14.921,0	-14.247,2	0,05
América Latina	2.268,1	1.279,7	988,4	1,77
Otros Países	107,3	1.815,6	-1.708,3	0,06
Total	36.183,9	42.226,1	-6.042,3	0,86

Fuente: Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2005.

III.5 Avances institucionales hacia el desarrollo científico y tecnológico de México

Por último se presentan los avances institucionales que se realizan en el país, hacia un desarrollo científico y tecnológico. En este sentido, el Conacyt como figura principal, responsable de las actividades científicas y tecnológicas del país, puso en marcha el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) 2001-2006, de acuerdo a tres objetivos estratégicos que orientan las acciones del gobierno en el tema de ciencia y tecnología:

- Disponer de una política de Estado en ciencia y tecnología.
- Incrementar la capacidad científica y tecnológica del país.
- Elevar la competitividad y la innovación de las empresas.

III.5.1 Disponer de una política de Estado en Ciencia y Tecnología

Hacia el cumplimiento del primer objetivo, se han llevado a cabo algunas reformas estructurales al marco legal y normativo que promovió el Conacyt desde 2001, que representan los cimientos de la política de estado en ciencia y tecnología.

Reformas para disponer de una política de Estado en Ciencia y Tecnología

Núm.	Actividad	Fecha
1	Publicación de la nueva Ley de CyT	5 de junio de 2002
2	Publicación de la Ley Orgánica del CONACYT	5 de junio de 2002
3	Creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico	17 de junio de 2002
4	Instalación del Comité Intersecretarial para la Integración del Presupuesto Federal de Ciencia y Tecnología	18 de junio de 2002
5	Instalación del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico	6 de agosto de 2002
6	Creación del Ramo Presupuestal 38 para el CONACYT	4 de octubre de 2002
7	Instalación de la Conferencia Nacional de CyT	19 de noviembre de 2002
8	Adición del artículo 9 bis de la Ley de Ciencia y Tecnología	1 de septiembre de 2004
9	Publicación en el DOF de los Lineamientos para la aplicación de los recursos del Ramo General 39: Programa de Apoyos para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas para el Ejercicio Fiscal 2005”.	marzo de 2005
10	Publicación en el DOF la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados	marzo de 2005
11	Publicación en el DOF “...los recursos de las sanciones económicas que aplique el IFE derivados del régimen disciplinario de los partidos políticos durante 2006 serán destinados para ciencia y tecnología en el Ramo 38”	Diciembre de 2005
12	Publicación en el DOF de los Lineamientos para la aplicación de los recursos del Ramo General 39: Programa de Apoyos para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas para el Ejercicio Fiscal 2006.	Febrero de 2006

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

III.5.2 Incrementar la capacidad científica y tecnológica del país

Para expandir la infraestructura en ciencia y tecnología nacional, es necesario incrementar su inversión, la formación de recursos humanos de alto nivel; así como la cooperación internacional en ciencia y tecnología. Es fundamental incrementar la capacidad científica y tecnológica del país ya que esta tiene una relación directa con el bienestar económico y social, productividad y atención de problemas de interés nacional.

Para el cumplimiento de este objetivo es necesaria la vinculación entre todas las dependencias y entidades del Gobierno Federal y Estatal que invierten en ciencia y tecnología.

De acuerdo con el Conacyt, los principales avances registrados son los siguientes.

Reformas para incrementar la capacidad científica y tecnológica del país

Núm.	Actividad	Fecha
1	Programa SEP-Conacyt para el fortalecimiento de Posgrado Nacional	Octubre de 2001
2	Sistema Integral de Información Científica y Tecnológica (Premio INNOVA)	Noviembre de 2002
3	Creación y puesta en marcha de 17 Fondos Sectoriales y 32 Fondos Mixtos	Junio de 2002 a Diciembre de 2005
4	Sectorización de 27 Centros de Investigación a cargo del Conacyt	14 de abril de 2003
5	Creación de la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación	10 de octubre de 2003

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Como parte de estas reformas, además de la necesidad de fortalecer el federalismo y responder a la demanda social por una distribución más equitativa de oportunidades para el desarrollo científico y tecnológico en las regiones, se ha impulsado una política de descentralización junto con los beneficios que esto implica.

Una de las principales acciones es la creación de Fondos Sectoriales y Mixtos¹⁶, como instrumentos estratégicos para impulsar la inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico en áreas prioritarias como: salud, educación, desarrollo económico y desarrollo social, entre otras, y complementan el presupuesto regular que se destina a la ciencia y tecnología.

¹⁶ Los Fondos Sectoriales y Mixtos trabajan a través de recursos concurrentes del Conacyt y de las Secretarías-Entidades del Gobierno Federal y Gobiernos Estatales-Municipales, respectivamente.

La Ley de Ciencia y Tecnología establece a los Fondos Sectoriales y Mixtos como los instrumentos a través de los cuales se canalizarán los apoyos a la investigación científica y tecnológica. La forma de ofertar los recursos destinados a investigación científica y desarrollo tecnológico, ha tenido un cambio estructural, anteriormente era un modelo orientado a la oferta de conocimiento, mientras que actualmente se trabaja con un modelo enfocado a la demanda y a la creación de valor.

Este nuevo enfoque que aplica el Conacyt a los Fondos Sectoriales y Mixtos tiene las siguientes características:

- i.* Convocatorias públicas.
- ii.* Definición de temas y prioridades por el Sector o Gobierno con apoyo de especialistas.
- iii.* Evaluación de propuestas por expertos científicos y tecnólogos acreditados.
- iv.* Asignación de recursos a las mejores propuestas de calidad y pertinencia a través de procesos competitivos.
- v.* Transparencia y rendición de cuentas a través de la evaluación anterior y posterior de resultados de impacto de los proyectos apoyados.
- vi.* Participación de destacados científicos y tecnólogos en los comités de asignación de recursos.

Al cierre del año 2005, se contaba con 28 fondos, de los cuales 26 corresponden a gobiernos estatales y dos municipales.

*Situación Fondos Mixtos, 2005**Miles de pesos*

Núm.	Entidad Federativa	Fideicomitido Conacyt	Fidicomitido Gobierno del Estado	Total
1	Aguascalientes	7.500	5.000	12.500
2	Baja California	15.000	15.000	30.000
3	Campeche	6.000	5.000	11.000
4	Coahuila	6.000	6.000	12.000
5	Colima	6.000	4.000	10.000
6	Chiapas	24.000	20.333	44.333
7	Chihuahua(Mpio. de Juárez)	5.000	5.000	10.000
8	Durango	-	2.645	2.645
9	Estado de México	2.000	2.000	4.000
10	Guanajuato	52.000	15.000	67.000
11	Hidalgo	20.000	13.000	33.000
12	Jalisco	6.000	-	6.000
13	Michoacán	-	8.000	8.000
14	Morelos	-	6.710	6.710
15	Nayarit	5.000	2.500	7.500
16	Nuevo León	45.000	35.000	80.000
17	Puebla (Mpio. de Puebla)	5.000	-	5.000
18	Querétaro	2.000	2.000	4.000
19	Quintana Roo	7.500	4.250	11.750
20	San Luis Potosí	-	8.200	8.200
21	Sinaloa	5.000	5.000	10.000
22	Sonora	10.000	7.200	17.200
23	Tabasco	15.000	1.500	16.500
24	Tamaulipas	20.000	-	20.000
25	Tlaxcala	5.000	5.000	10.000
26	Veracruz	25.000	25.000	50.000
27	Yucatán	5.000	5.000	10.000
28	Zacatecas	1.000	5.300	6.300
Totales		300.000	213.638	513.638

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Se pretende que las demandas municipales, estatales e interestatales emitidas a través de convocatorias; sean cubiertas por los Fondos Mixtos que se están constituyendo con cada una de las entidades federativas.

El apoyo que ofrece el Conacyt a las Entidades Federativas para la creación de los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología, representa otro mecanismo importante para el fortalecimiento de una política federal de ciencia y tecnología. Al cierre de 2005 se han constituido 25 Consejos Estatales y están en proceso de creación 7 Consejos.

Entidades federativas que cuentan con consejo estatal de ciencia y tecnología, 2005



Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

A continuación se presentan los detalles de la conformación de los Consejos de Ciencia y Tecnología en los Estados que ya cuentan con esta institución.

Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología 2004

Núm.	Entidad Federativa	Consejo	Figura Jurídica	Fecha de Creación
I	Puebla	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (Coecyt)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por Decreto del H. Congreso del Estado	1º Febrero de 1983
II	Querétaro	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología Del Estado De Querétaro (Concyteq)	Organismo público descentralizado dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del H. Congreso del Estado.	9 de diciembre de 1986
III	Tamaulipas	Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología (Cotacyt)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios por decreto del Gobierno del Estado.	7 de junio de 1989
IV	Baja California	Consejo Bajacaliforniano de Ciencia y Tecnología (Cobacyt)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	20 de febrero de 1991
V	Zacatecas	Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología (Cozcyt)	Organismo Público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado	13 de abril de 1991
VI	Guanajuato	Consejo de Ciencia y Tecnología Del Estado de Guanajuato (Concyteg)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	21 de febrero de 1996
VII	Coahuila	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Coahuila (Coecyt)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado	16 de enero de 1996
VIII	Durango	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (Cocytcd)	Organismo público descentralizado, datado de personalidad jurídica y patrimonio propios por decreto del Gobierno del Estado	18 de abril de 1996
IX	Sinaloa	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (Cecyt)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	29 de marzo de 1996
X	San Luis Potosí	Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (Copocyt)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	5 de septiembre de 1996
XI	Michoacán	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Michoacán (Coecytm)	Organismo descentralizado del Poder Ejecutivo Estatal.	20 de noviembre de 1997
XII	Colima	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado De Colima (Cecytcol)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios	20 de marzo de 1999
XIII	Tabasco	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado De Tabasco (Ccytet)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	9 de junio de 1999
XIV	Guerrero	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto	23 de julio de 1999

Núm.	Entidad Federativa	Consejo	Figura Jurídica	Fecha de Creación
		del Estado de Guerrero (Cecyteg)	del Gobierno del Estado.	
XV	Quintana Roo	Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología (Coqcyt)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	20 de diciembre de 1999
XVI	Aguascalientes	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Aguascalientes (Concytea)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	10 de abril de 2000
XVII	México	Consejo Mexiquense de Ciencia Y Tecnología (Comecyc)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado	6 de abril de 2000
XVIII	Chiapas	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Chiapas (Cocytch)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	8 de marzo de 2000
XIX	Jalisco	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco (Coecytjal)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	6 de mayo de 2000
XX	Nayarit	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, creado conforme lo establece la Ley para el Fomento de Ciencia y Tecnología del Estado de Nayarit	24 de noviembre de 2001
XXI	Veracruz	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Veracruz	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	26 de noviembre de 2001
XXII	Baja California Sur	Consejo Sudcaliforniano de Ciencia y Tecnología (Coscyt)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	31 de enero de 2002
XXIII	Hidalgo	Consejo Estatal del Estado de Hidalgo (Cocytch)	Organismo público descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios, por decreto del Gobierno del Estado.	20 de mayo de 2002
XXIV	Yucatán	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Yucatán (Concytey)	Organismo público descentralizado del Gobierno del Estado.	11 de junio de 2003
XXV	Nuevo León	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Nuevo León (Cocytel)	Organismo público descentralizado y de participación ciudadana de la administración pública estatal, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propios.	2 de marzo de 2004

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

III.5.3 Elevar la competitividad y la innovación de las empresas

Para el cumplimiento del tercer objetivo y reconociendo la importancia que tiene la inversión del sector productivo en el conocimiento científico y tecnológico como lo muestran los países de mayor desarrollo; de acuerdo con el Conacyt, los avances en este ámbito son los siguientes.

Principales actividades realizadas para elevar la competitividad y la innovación en las empresas

Núm.	Actividad	Fecha
1	Modificación al artículo 217 de la Ley ISR (30% de estímulo fiscal a empresas con inversión en IDE)	Diciembre de 2001
2	Fondo Sectorial Secretaría de Economía-Conacyt	Julio de 2002
3	Creación del programa AVANCE (Nuevos Negocios a partir de Desarrollos Científicos y Tecnológicos)	1 de julio de 2003
4	Alianzas público-privadas para la investigación y desarrollo tecnológico	1 de julio de 2003

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

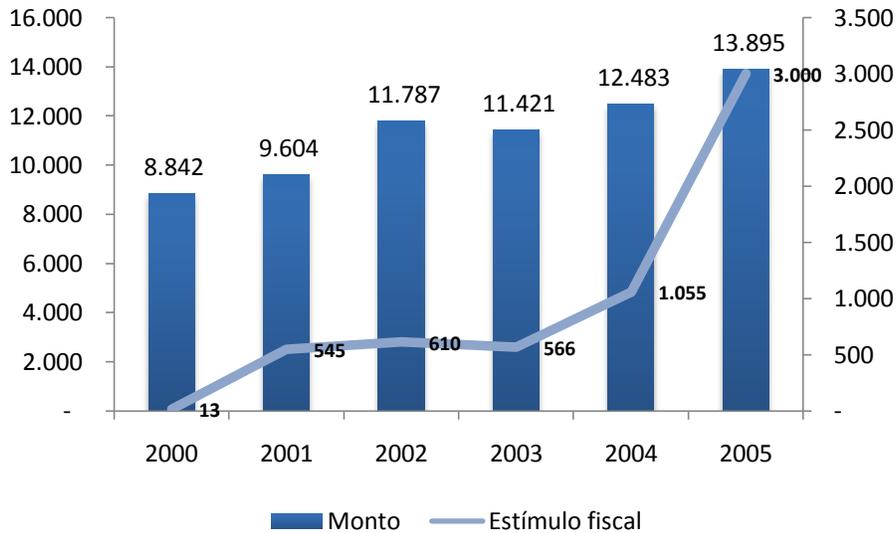
Una de las primeras acciones realizadas en 2001 fue la relativa al fortalecimiento del Programa de Incentivos Fiscales, debido a que uno de los factores considerados determinante en la competitividad es la inversión en el desarrollo de nuevos productos, materiales, procesos y sistemas; esto es, inversión en investigación y desarrollo experimental.

El Programa de Incentivos Fiscales¹⁷ para promover la gestión tecnológica permite a las empresas acreditar recursos con la finalidad de incrementar la inversión en Investigación y Desarrollo Experimental. En 2005, el Congreso de la Unión autorizó 3,000 millones de pesos que permitirán detonar y complementar la inversión en IDE, lo que significa un crecimiento real de 283 por ciento con respecto al 2004.

¹⁷ El Estímulo Fiscal consiste en un crédito fiscal de 30% aplicable al Impuesto sobre la Renta o Impuesto al Activo, dirigido a todos los contribuyentes, personas morales o físicas con actividad empresarial que inviertan en el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios.

Inversión en IDE del Sector Privado y Estímulo fiscal, 2000-2005

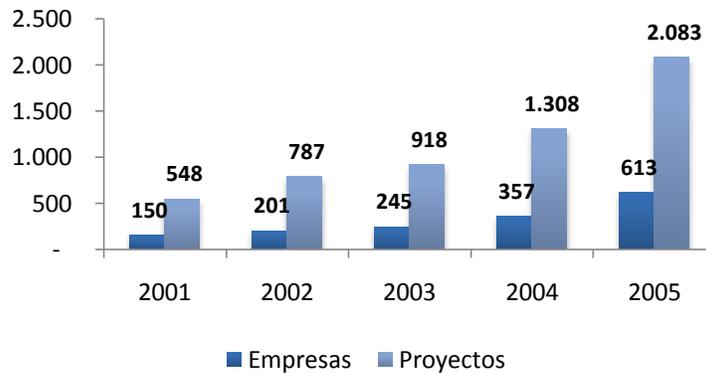
Millones de pesos de 2005



Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Este esfuerzo se refleja desde el año 2001 al invertir casi en su totalidad el monto destinado a incentivar la Investigación y el Desarrollo Tecnológico (IDT) en las empresas al apoyar 613 empresas con 2,083 proyectos, lo cual significa un crecimiento de 308 por ciento y 280 por ciento, respectivamente.

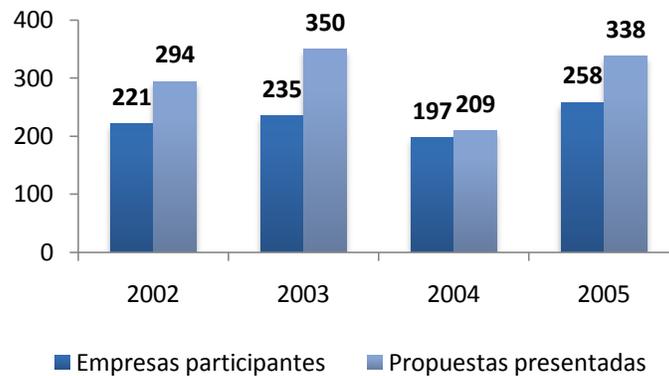
Empresas y proyectos apoyados por el programa de estímulos fiscales, 2001-2005



Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Por otra parte, en julio de 2002 se constituyó el Fondo Sectorial de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Económico, suscrito entre la Secretaría de Economía y el Conacyt. Este fondo favorece a las empresas que desarrollen ventajas para competir en mercados a partir de utilizar la tecnología como elemento estratégico de desarrollo.

Fondo de Economía: demanda de recursos, 2002-2005



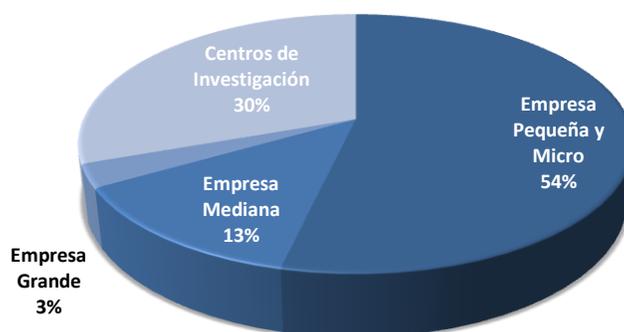
Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Desde la creación de este fondo en 2002, se ha observado que existe una fuerte demanda del sector privado por invertir en el desarrollo tecnológico de nuevos productos y procesos.

El Programa de Apoyo para la Creación de Nuevos Negocios a partir de Desarrollos Científicos y Tecnológicos, denominado AVANCE (Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios) apoya a investigadores, empresarios, empresas e instituciones de investigación, para transformar sus descubrimientos y desarrollos científicos y tecnológicos en casos exitosos de negocios.

El Programa AVANCE ha tenido una respuesta positiva por parte del sector privado; entre 2003 y 2005, a través de este programa el Comité Técnico ha aprobado 72 propuestas por 156.5 millones de pesos. El 67 por ciento de los recursos aprobados corresponde a micro, pequeñas y medianas empresas.

Participación de empresas apoyadas a través del programa AVANCE por tamaño de empresa, 2003-2005*



**/Porcentaje de la cifra acumulada en el periodo.*

Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

En cuanto a las alianzas público-privadas para la investigación y desarrollo tecnológico, se han realizado convenios entre los que destacan los siguientes:

- El CINVESTAV suscribió un convenio de colaboración con la empresa Programática en Línea, S.A.de C.V., para el desarrollo de programas de software en materia educativa.
- A través del Instituto de Investigaciones Eléctricas se atendió con servicios de pruebas a equipos eléctricos, de laboratorio, a combustibles y materiales, de información técnica y de transferencia de tecnología a 56 empresas privadas localizadas principalmente en el Distrito Federal, Estado de México, Nuevo León y Morelos, de las cuales destacan las siguientes:
 - Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, S.A.; Asesoría
 - Técnica en Computación, S.A.; Potencia Industrial, S.A.;
 - Industrias IEM, S.A.

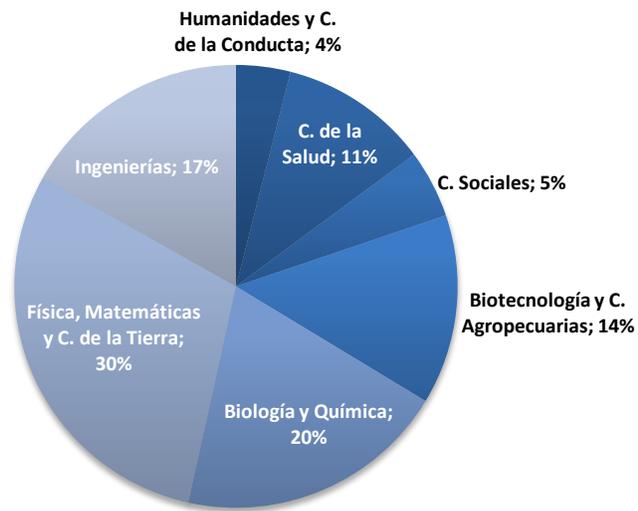
La facturación por estos servicios en 2005 fue de 14.4 millones de pesos y para 2006 se estima que sea alrededor de 20 millones de pesos.

- El Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV) y otros Centros Conacyt, crearon el consorcio para proyectos sobre nanotecnología, participando empresas que requieren desarrollo de proyectos tecnológicos tales como Grupo Cementos de Chihuahua, Peñoles, Delphi, Lexmark, Mabe, y Cydsa.

Por otra parte, con base en información del Conacyt, la cooperación científica y tecnológica internacional a partir de 2001 indica que el número de acuerdos con universidades extranjeras se ha duplicado anualmente. En 2005 se firmaron 21 acuerdos académicos con diversas universidades de los EUA, Canadá, Gran Bretaña y España. Además, se firmaron 4 acuerdos de cooperación internacional con The Academy of Science for the Developing World (TWAS), con el Instituto Nacional de la Salud y la Investigación Médica de Francia (INSERM) y con el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Francia (MEN) y se celebró un memorandum de intención con la Unión Europea.

Finalmente, las principales áreas del conocimiento en las que se desarrollaron los proyectos de cooperación internacional fueron Física, Matemáticas y Ciencias de la Tierra; en Biología y Química; de Ingeniería; y los proyectos de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias. El total de proyectos de cooperación suman 183.

Participación de proyectos internacionales conjuntos por área del conocimiento, 2004



Fuente: Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.

Recomendaciones para el fortalecimiento de la ciencia y la tecnología en México

Con base en el estado actual que presenta la ciencia y la tecnología en México, se definen las recomendaciones para una sociedad que plantee como uno de sus objetivos fundamentales, la consolidación de una plataforma en ciencia y tecnología.

Antes del delineamiento de los puntos clave que se deben atender en la definición de una política científica y tecnológica, es necesario aclarar que de acuerdo con Nathan Rosenberg¹⁸, en ocasiones las innovaciones se han realizado por la práctica y lejos de avances científicos. Donde un sistema científico de alto nivel y un alto grado de originalidad científica no han sido condiciones necesarias ni suficientes para el dinamismo tecnológico de una economía.

Es importante señalar que la relación entre ciencia y tecnología es compleja y varía según el sector; ya que la tecnología no se relaciona sólo con los últimos descubrimientos científicos sino que utiliza todo el bagaje acumulado de cultura científica existente y a disposición de los ingenieros y técnicos de las empresas. La utilización dependerá sobre todo de la presencia de grupos de personas capaces de establecer conexiones de una manera natural y continuada. Esto depende fundamentalmente de los sistemas educativos y de formación, y también de la presencia de instituciones suficientemente motivadas o sensibilizadas. De esta manera las actividades de investigación científica jugarán más el papel de mantener al día una cierta reserva de conocimientos y transmitirlos al mundo de la industria, sobre todo a partir de la enseñanza universitaria,

¹⁸ Rosenberg, Nathan. Inside the Black Box: Technology and economics. Cambridge University Press, U.K., 1982.

que el de buscar nuevos descubrimientos científicos directamente aplicables al desarrollo tecnológico.

Resumiendo lo anterior se puede decir que:

- La conexión entre ciencia y tecnología es compleja, asimétrica, y no simplemente jerárquica.
- El conocimiento científico que estimula la innovación tecnológica no tiene porque ser el más reciente, ya que el cúmulo de conocimientos se convierte en fuente de innovaciones.
- Por último, la ciencia fija los límites de las posibilidades físicas de un artefacto, pero no determina su forma final.

Esta concepción difiere de la convencional de inspiración neoclásica, en donde la tecnología es libremente accesible, fácilmente aplicable y sencilla de reproducir y de reutilizar.

En la realidad, las empresas producen con técnicas diferenciadas y realizan innovaciones, que aunque cuenten con apoyo de otras empresas, en gran medida se basan en tecnologías propias, y están condicionadas por las líneas de investigación y tecnológicas que han desarrollado en el pasado.

Por otro lado, la información científica y técnica constituye una mercancía indivisible, una vez que se ha obtenido, su transmisión a terceros tiene un costo insignificante. Por lo que sí hay vacíos institucionales, el productor de nuevos conocimientos científicos tendrá dificultades para apropiarse de su rentabilidad a través de la simple venta en el mercado, y en consecuencia, las empresas no tendrán incentivos suficientes para participar en la ejecución de actividades de investigación y desarrollo experimental (IDE).

Son las peculiaridades que tiene la información científica y técnica las que provocan fallas de mercado y, en consecuencia, justifican la intervención pública.

Así mismo el sector público debe incorporarse de forma más directa y cada vez más intensa a través de las universidades y centros de investigación, principalmente en las primeras fases del proceso de innovación; esto es en la investigación básica, puesto que es aquí donde los problemas de incertidumbre, indivisibilidad e inapropiabilidad son mayores.

Por su parte las empresas, también deben apoyar la investigación básica, aunque enfatizen más su participación en la IDE en sus últimas etapas.

El reparto de funciones entre agentes públicos y privados dentro de un sistema, hace que de su eficacia conjunta dependa de modo crucial, la existencia de una adecuada comunicación y coordinación de las tareas y resultados en ciencia y tecnología.

En este contexto, a continuación se puntualizan las recomendaciones que se deben considerar para el éxito de una política científica y tecnológica.

IV.1 Es fundamental incrementar y continuar con el apoyo del Sector Público para el desarrollo de la CyT.

K. Pavitt¹⁹ afirma que para obtener resultados en la investigación básica, se requiere de una considerable inversión en instituciones, formación de personal, equipo y redes.

- ➔ Un fuerte apoyo público de la investigación básica y a la capacitación que la acompaña, es condición necesaria para aportar las cualidades y los conocimientos que permitan un desarrollo sostenible y por tanto, competir en los mercados internacionales sobre la base científica y tecnológica.

¹⁹ Pavitt, Keith and Hanson, Philip. The comparative economics of research development and innovation in East and West a survey. Routledge. London, 2001.

- Es necesario desarrollar nuevos instrumentos, tanto para la asignación de los fondos públicos, como para la evaluación de resultados, a fin de lograr una mayor eficiencia y eficacia en el uso de los recursos. Los sistemas de evaluación del financiamiento de la CyT requieren de una sustancial renovación para calibrar mejor la eficiencia en la asignación de los recursos públicos dedicados a la investigación científica.
- La formación de investigadores es un resultado del propio proceso de financiamiento de la investigación, que supone un importante beneficio social, facilitando el desarrollo de la investigación aplicada.
- La creación, fortalecimiento y acceso a las redes científicas internas y externas, es un apoyo importante para la acumulación de conocimientos, sus aplicaciones prácticas y para un mejor aprovechamiento de los recursos.

IV.2 El sistema de ciencia y tecnología debe enfrentar el desafío en la búsqueda de mayores resultados de la investigación y la respuesta a necesidades sociales.

- La búsqueda de mayor relevancia en los resultados de la investigación, se expresa con fuerza en las nuevas orientaciones de la política científica de países europeos mediante el seguimiento y la planificación de la investigación aplicada.
- La investigación básica debe responder a las necesidades sociales, sobre todo en las disciplinas como ingeniería, medicina y ciencias agrícolas; las cuales reciben una elevada proporción de los fondos públicos para investigación básica. Los países tienden a especializarse en determinados campos de investigación, como consecuencia de prioridades vinculadas no sólo a las dotaciones de recursos naturales sino a las orientaciones que expresa la sociedad.

Se pueden resumir algunos de los requerimientos sociales y fortalezas en la investigación por países seleccionados.

Requerimientos sociales y campos de fortaleza en investigación, en países seleccionados

Principales requerimientos sociales	Campos de fortaleza en investigación	Países
Médicos	Medicina clínica, Inmunología, Biología Molecular, Genética y Farmacología	Alemania, Dinamarca, Suecia, Finlandia, Suiza, E.U.A., Reino Unido
Recursos naturales	Agricultura, Ecología, Geociencias, Plantas y Animales	Australia, Canadá, E.U.A., Chile, Indonesia, Malasia, México, Nueva Zelanda, Noruega
Industria	Ingeniería, Computadoras, Química y Materiales	E.U.A., Japón, Italia, India, Singapur, Corea del Sur

Fuente: *Ibidem*, Keith Pavitt, 2001.

IV.3 Se requiere establecer un nuevo sistema de relación entre universidades y empresas, sobretudo por la aparición de nuevos sectores industriales con fuerte contenido científico, que constituyen la base de la innovación productiva.

La experiencia norteamericana muestra que los resultados productivos en sectores como la biomedicina o las tecnologías de la información y las comunicaciones, se obtienen luego de largos periodos de financiamiento de investigación básica y programas de formación de posgraduados. La vinculación de la investigación científica con el sector productivo requiere una cultura empresarial que dedique más recursos propios a la mejora de los conocimientos productivos, la información sobre adelantos pre-patentables y la infraestructura empresarial necesaria para procesar dicha información.

En un entorno donde existen nuevos espacios productivos como consecuencia de la aplicación de nuevas tecnologías a la producción, con una considerable reducción de los costos en la experimentación; permite explotar conceptos técnicos y productos en mayor medida que antes, haciendo más tenue la frontera entre investigación básica y aplicada en un número creciente de actividades como software, nanotecnologías, bio-médicas,

química, biología molecular, etc. Lo que permite una nueva forma de relación entre las actividades empresariales y la investigación universitaria, que requiere una mayor concentración de recursos, favoreciendo el desarrollo de nuevas actividades empresariales por parte de los propios investigadores e ingenieros académicos.

En este sentido, es importante atender algunos aspectos:

- ▶ Las universidades y centros públicos de investigación deben ser vistos como instituciones que responden a necesidades cambiantes y oportunidades, por lo que resulta un desafío para estas instancias.
- ▶ La internacionalización de la investigación no avanza con la misma rapidez con la que las empresas innovadoras buscan, en distintos países, los conocimientos básicos que le pueden resultar más relevantes para efectos prácticos.
- ▶ Con una infraestructura científica poco desarrollada y la internacionalización de la investigación; es prioritario el financiamiento que facilite el proceso de aprendizaje, la investigación de vanguardia, y un mejor aprovechamiento de los recursos en el proceso de definición de prioridades.

IV.4 Una política tecnológica debe estar constituida a su vez, por una serie de estrategias que permitan la acción desde distintas áreas: en innovación, formación y educación, transferencia de tecnología; además de una política comercial que involucre al factor tecnológico.

IV.4.1 Política de Innovación

Una política de desarrollo de la innovación debe tener como fin, el incentivar y fortalecer los procesos de innovación interna de una economía. Aunque para lograr este objetivo, es necesario conocer algunas de las características que posee la innovación:

- ▶ La creciente complejidad de las actividades de investigación e innovación requiere que estas se lleven a cabo conjuntamente por universidades, centros públicos de investigación y laboratorios privados de investigación y desarrollo experimental.
- ▶ Una proporción significativa de las innovaciones tiene lugar a través del “learning by doing”, que está generalmente incorporado en las personas y organizaciones, principalmente en las propias empresas.
- ▶ A pesar de la creciente formalización institucional, las actividades de investigación e innovación mantienen su naturaleza incierta. Esto es que el resultado técnico de las actividades de investigación apenas puede conocerse *ex ante*.
- ▶ El cambio tecnológico no es aleatorio, principalmente por que a pesar de las variaciones considerables con respecto a innovaciones específicas, la dirección del cambio técnico se encuentra a menudo definida por el estado de las tecnologías ya en uso; por que el cambio técnico es en gran medida acumulativo.

Una vez que se reconoce el carácter acumulativo y específico de la tecnología, deja de ser aleatorio su desarrollo a largo plazo dependiendo de variables dinámicas como la acumulación de ventajas tecnológicas, aprendizaje localizado, formas de conocimiento

específicas de la empresa y tecnología utilizada; así como la forma y grados de apropiación privada de los beneficios de las innovaciones.

Por otra parte, la innovación y difusión de tecnología, requiere de otros factores y actividades además de las específicas de la IDE, para aplicar comercialmente los nuevos conocimientos incorporados en productos o procesos; se precisan capacidades técnicas de ingeniería, de mercadotecnia y organizativas.

IV.4.2 Políticas de Difusión de Tecnología

La política de difusión tecnológica debe afectar a todas las unidades productivas de un país.

La difusión internacional de tecnología se efectúa a través de varios canales:

- Las publicaciones científicas y técnicas.
- Los contratos de transferencia de tecnología.
- La importación de bienes de equipo intermedios que incorporan mejoras técnicas respecto a los fabricados en el país importador.
- La inversión extranjera directa, si la empresa inversora posee ventaja tecnológica.
- La movilidad internacional de la mano de obra.

Las políticas de difusión se corresponden con la necesidad de volver a enfatizar algunas de las características de demanda dentro de la interacción tecnología-economía.

En contraste con las políticas tradicionales de ciencia y tecnología, las políticas que enfatizan la difusión tienen un componente menos nacionalista (que la política de promoción de la innovación), y donde el objetivo es estimular e incrementar el uso interior de nuevas tecnologías, sin referencia si estas provienen del exterior o de innovaciones nacionales, y con independencia de la propiedad de las empresas que las usan.

Muchas políticas nacionales de ciencia y tecnología que han tenido como principal preocupación el lado de la oferta, tienden a prestar escasa atención a la capacidad del sistema económico y social para incorporar las transformaciones tecnológicas.

Esta problemática, deriva del hecho de que es mucho más difícil transferir la capacidad institucional que tecnologías específicas. El Banco Mundial²⁰ afirma que un país que no es capaz de realizar investigación por sus propios medios se beneficia poco de la investigación que se hace en otro lugar. La capacidad de un país en desarrollo para seleccionar, absorber y adaptar el conocimiento científico y la tecnología, requieren esencialmente de la misma capacidad de investigación que se necesita para generar nueva tecnología.

IV.4.3 Políticas de Transferencia de Tecnología

Una modalidad de difusión tecnológica es la que se lleva a cabo entre países, y a la que se denomina transferencia tecnológica.

Existen diversos canales para la realización de esta transferencia:

- Por medio de las *joint ventures*, que es la participación proporcional o minoritaria con una empresa extranjera. En los países no industrializados, las *joint ventures* aumentaron en sectores como el manufacturero orientado a la exportación. Aunque las *joint ventures* orientadas al mercado interno representan todavía la mayoría.
- Los acuerdos de licencia, para obtener conocimientos sobre procesos educativos, productos, capacidad gerencial, servicios técnicos, utilización de marcas o suministro de insumos básicos.

²⁰ Banco Mundial. Cultural Research, Sector Policy Paper. Washington, U.S.A. 1981.

- Adquisición de bienes de capital y conocimientos inherentes; que es el canal habitual de transferencia.
- Por ingeniería inversa.
- Adquisición de conocimientos específicos como patentes, proyectos, asistencia técnica, etc.
- El flujo de recursos humanos, principalmente de personal especializado.

La posibilidad de escoger la modalidad de transferencia de tecnología dependerá del grado de desarrollo de los recursos humanos, del sistema industrial y tecnológico de los países receptores. Ya que la capacidad de desempacar determinada tecnología y de explotar licencias sugiere un nivel considerable de habilidades y capacidades tecnológicas.

Pero los nuevos sistemas no son uniformes y homogéneos, características como la acumulación del conocimiento, la capacidad tecnológica y el contexto institucional, pueden reforzar las asimetrías.

Además existe una relación directa entre el nivel de las capacidades tecnológicas y la complejidad de las modalidades de transferencia tecnológica. Un país escasamente dotado de recursos científicos y tecnológicos, sólo estará en capacidad de asimilar tecnologías simples, mientras que los países con una sólida base científica desarrollan alta tecnología.

Existen casos como el de Corea del Sur, que ha logrado desarrollar sus capacidades tecnológicas y diseñar una política industrial eficaz. Lo cual subraya la importancia de la presencia de una clase político-técnica y de instituciones públicas y privadas dinámicas, cooperativas, y capaces de manejar los cambios económicos y tecnológicos.

La existencia de capacidades tecnológicas nacionales es la variable fundamental en el éxito de la transferencia de tecnología; por lo que desarrollar las mismas se vuelve un objetivo prioritario.

La asimilación de las nuevas tecnologías tiene características y oportunidades diferentes respecto de los viejos conocimientos. Por ejemplo la estrategia imitativa japonesa tuvo éxito con tecnologías relativamente simples, mientras que actualmente, la ingeniería inversa constituye una operación difícil a causa de la complejidad de las nuevas tecnologías.

La política de desarrollo de las capacidades tecnológicas debe incrementar las relaciones de aprendizaje, los nexos internacionales y nacionales entre empresas y centros de investigación y científicos; los nexos entre productores y usuarios, la capacitación de los recursos humanos, y la difusión y aumento del nivel educativo.

El aumento de la intensidad de conocimientos en las nuevas tecnologías, como también en los procesos productivos y productos innovadores, la creciente especialización de los conocimientos y la necesidad de integrarlos a través de relaciones sistémicas, reducen la importancia de la transferencia material y determinan la necesidad de tener accesos a conocimientos intangibles y tácitos; y a relaciones durables con comunidades científicas y empresariales.

Una lección a aprender es la de Japón y Corea, estos países prefirieron mecanismos como los acuerdos de cooperación tecnológica, el flujo de recursos humanos como la contratación de técnicos extranjeros, envío de técnicos nacionales al exterior, etc. O la adopción de medidas de intervención pública para aumentar el tamaño de las empresas, y el apoyo a la educación y a las actividades de IDE.

Un aporte selectivo de tecnología exterior en un proceso nacional activo de desarrollo tecnológico puede generar un crecimiento dinámico de las capacidades tecnológicas nacionales.

Si México aspira a incrementar su competitividad en la economía mundial, no debería únicamente enfocarse en importar y utilizar pasivamente las tecnologías.

La importación de tecnología para los países dependientes, incluye una serie de dificultades en un contexto donde se utiliza principalmente a la ciencia y la tecnología como armas para la competencia internacional.

La tarea a emprender en materia de política tecnológica es diversa; incluye todo un conjunto de medidas para la asimilación, adaptación e importación de tecnología; como mediar la negociación de transferencia de tecnología entre empresas nacionales y extranjeras.

En Corea del Sur, la acción gubernamental ha sido determinante en las fases iniciales y finales del proceso de industrialización, en las actividades de planificación e investigación, de negociación con los proveedores y en la difusión.

En orden de prioridad, las condiciones de esta transferencia de tecnología fueron: bajos costos de adquisición, rápida transmisión del *know how*, rápido logro de la plena capacidad productiva, y provisión de servicios auxiliares, tales como concesión de financiamientos internacionales, formación de ingenieros, técnicos administradores, conocimiento de canales de mercado, capacidad de construcción e instalación de bienes de capital. Asimismo se lograron mejoras tecnológicas e innovaciones sucesivas, como un mayor control del gobierno sobre la administración interna de las empresas operacionales en Corea, la adquisición de conocimientos financieros y de mercadotecnia; y donde el

gobierno decidió establecer nexos durables con los proveedores extranjeros que satisfagan las necesidades.

El caso coreano demuestra como en materia de planificación y negociación el gobierno intervino con considerable perspicacia y con resultados favorables.

IV.4.4 Política de Formación y Aprendizaje

El desarrollo de los recursos humanos representa una de las estrategias principales que debe implementar el Estado para crear un sistema nacional innovador. En términos cuantitativos, se trata de ampliar la base educacional y, en términos cualitativos, de la formación y capacitación de los operadores, técnicos e ingenieros.

Se debe imprimir una orientación más práctica a la educación y promover valores más propicios para la industrialización, garantizando salarios atractivos y un lugar respetable a la educación técnica no universitaria como sucede en Alemania, Japón y Corea del Sur.

Promover relaciones más estrechas entre las instituciones educativas y la industria, dando a las escuelas y universidades la flexibilidad de adaptarse a las necesidades de las empresas y establecer incentivos para aquellas que colaboren directamente con el sistema educativo.

Es importante que la división del trabajo se refleje en instituciones separadas para la ciencia y la tecnología, para determinar otro objetivo de la política científica y tecnológica, como es la “conectividad” entre ambas esferas. La conectividad se logra por medio de una variedad de mecanismos²¹:

- ▶ Movilidad de científicos y tecnólogos.
- ▶ Acuerdos de colaboración para desarrollar tecnologías.

²¹ Metcalfe, Stanley. *The Economic Foundations of Technology Policy: equilibrium and evolutionary perspectives*. Blackwell Publishers, Oxford, UK. 1998.

► Becas y contratos de investigación financiados por empresas.

Es importante insistir en que el factor clave en todos los procesos de IDE, es el trabajo calificado. Por lo tanto la eficacia del sistema de ciencia y tecnología esta determinado por la calidad del sistema educativo.

IV.4.5 La política comercial y la tecnología

Con respecto a las políticas comerciales, debe existir una política de apertura comercial y no de liberalización. Apertura que ha de ser selectiva, temporal y específica.

Las ventajas de una política de promoción de exportaciones, permite una mayor especialización tecnológica, adaptación a mercados que demandan soluciones tecnológicas obligadas y generación de innovaciones inducidas a través del aprendizaje con usuarios avanzados (*learning by using*), sensibilidad a los costos de importación de tecnologías y por ende, una mayor propensión a desarrollar las propias capacidades tecnológicas.

Corea y Japón, poseían estrategias claras para proteger el aprendizaje tecnológico interno, a través de la protección selectiva frente a las importaciones, la restricción selectiva de las inversiones extranjeras directas, así como medidas para estimular el tamaño de las empresas, y la promoción de la educación y las actividades de IDE.

Finalmente, a continuación se presentan aspectos que son considerados esenciales para el diseño de un plan científico y tecnológico.

IV.5 Consideraciones en la elaboración de un plan de ciencia y tecnología en países en desarrollo.

- Orientar el diseño de la política científica a partir de la propia herencia cultural, recursos naturales, estructura industrial y definir los sistemas más adecuados para explotar las fortalezas y superar las debilidades propias.
- Articular las políticas científicas nacionales e internacionales al mismo tiempo.
- La existencia de universidades y centros de investigación y laboratorios públicos obliga a definir el perfil específico de estos, ante una eventual racionalización y reasignación de los recursos públicos disponibles para financiamiento de la investigación. Pero mientras la potencialidad de disponer de centros de investigación universitarios y no universitarios es cada vez más difícil de encontrar, es casi imposible que las universidades puedan reemplazar a los laboratorios y centros tecnológicos en su atención a las necesidades de corto plazo de las empresas, en particular hacia las Pymes.
- Los recursos públicos para la IDE deben destinarse al financiamiento de investigación sin otra restricción más que la calidad de ésta y las limitaciones presupuestarias, con un cierto grado de focalización hacia actividades que se determinen como prioritarias para el desarrollo.
- La contribución de la ciencia a la industria, para facilitarle la competencia en el campo de las nuevas tecnologías, exige la expansión de la educación superior, vínculos crecientes entre la industria y la política científica (no sólo tecnológica o de innovación), el desarrollo de instrumental científico más sofisticado, como la inversión en infraestructura y mejores métodos para coordinar la investigación y fomentar los trabajos interdisciplinarios.

- En general, se debe establecer una identificación de nuevos sectores de investigación, y una definición clara de la capacidad instalada en materia de IDE, y su adecuación a los fines perseguidos.
- Los planes deben disponer de orientaciones explícitas y consensuadas tendientes a orientar las investigaciones que se realizan en los centros públicos y universidades, centrándose en programas genéricos de financiamiento de infraestructura científica, personal auxiliar, movilidad y proyectos de investigación.

Conclusiones

El proceso que lleva a la consolidación de una plataforma científica y tecnológica en una sociedad es complejo, es un proceso donde están involucrados los aspectos: sociales, culturales, educativos, económicos y políticos. Aunque es un gran reto, una definición de los problemas permitirá plantear mejores soluciones y un rápido avance en este tema.

Se pueden identificar los límites al desarrollo científico y tecnológico en cinco ámbitos:



Barreras sociales

- Existe una sociedad inequitativa. La mitad de la riqueza se acumula en diez por ciento de la población, el noventa por ciento restante se reparte la otra mitad, pero también de manera desigual.
- Se han desestimado los esfuerzos innovadores para desarrollar tecnologías apropiadas para los de escasos recursos, sobre todo en el sector de la agricultura, tecnologías que por definición deberían ser de bajo costo.

Barreras culturales

- Se tiene una falsa percepción hacia las actividades o profesiones que implican la utilización de las ciencias exactas o básicas; situación que tiene un efecto en el sistema educativo, al que le cuesta mucho trabajo prestigiar estudios tecnológicos y carreras técnicas.
- Existen muchas actividades en las que la sociedad no han podido prestigiarse. Quizá la más importante de estas, para la ciencia y la tecnología, es la de la mercadotecnia. En general, los creadores y los investigadores piensan que la mercadotecnia es un arte trivial al que no hay que darle mucha importancia.
- Hay poca vinculación entre las diferentes partes del sistema social, en las instituciones y, en personas que conducen la ciencia y la tecnología. Nadie sabe exactamente cual es el papel del otro, por lo que hay demasiados prejuicios y estereotipos. En la práctica se ve a todo el sector educativo, y de investigación y desarrollo, como un consumidor enorme de dinero; o a la educación como un gasto y no como una inversión a largo plazo.
- Los sistemas públicos de educación y de investigación no han sabido venderse a la sociedad civil ni a la empresarial.
- No hay comprensión del papel que deben desempeñar los investigadores, ni del papel de las empresas incubadoras, ni existen suficientes grupos serios de consultores que estudien problemas de desarrollo tecnológico y social. Mucho menos para plantear todo el proceso sobre como conseguir capital de riesgo. Se presta dinero al que ya lo tiene, no al que presenta un buen plan de negocios. Muchas instituciones de educación superior han comenzado a desarrollar áreas administrativas llamadas de vinculación con la industria, donde se han tenido pequeños éxitos, pero no ha sido suficiente.

Barreras educativas

- La barrera fundamental para alcanzar una cultura tecnológica es el hecho de que no se ha logrado una educación básica a toda la población.
- El sistema educativo es rígido y permite muy poco la innovación y la libertad. Lo que más afecta al desarrollo tecnológico y la innovación, son las limitaciones a la educación media superior y superior. El sistema rígido de las carreras y especialidades de posgrado impide la innovación.
- Las reglas de los estudios superiores han sido fijadas para facilitar el control administrativo y minucioso de los estudiantes y no para despertar su imaginación; estos vienen de cuando debía llevarse todo a mano, ahora, con controles electrónicos no existe tal dificultad para llevar en forma individual el progreso de cada alumno.
- Otra consecuencia grave del sistema de reglas, es que pocas veces se pone a los alumnos tanto de licenciatura como de posgrado (a excepción de medicina), en situaciones reales, frente a problemas difíciles e indefinidos, tampoco sobre la autocreación de empleo, no se les induce una conciencia empresarial, con lo cual muchos de los prejuicios por ciertas actividades desaparecerían.
- Los recursos gubernamentales destinados a la investigación científica y tecnológica han sido siempre escasos. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), con más de 30 años de su creación, ha estado sujeto a los vaivenes sexenales; cuya prioridad ha sido la formación de personas, tanto en México como en el extranjero. El Conacyt administra el Sistema Nacional de Investigadores que proporciona apoyos a los investigadores del país. Aunque se han mostrado avances en legislación de CyT, en la vinculación con otras dependencias públicas, en los esfuerzos por crear fondos mixtos con las entidades federativas, la creación de los consejos estatales de ciencia y tecnología, en la

interacción con el sector productivo y de cooperación internacional; los indicadores de CyT en el contexto internacional, aún demuestran que es insuficiente para establecer una base científica y tecnológica sustentable.

Barreras económicas y financieras

- Anteriormente no había conciencia entre las grandes empresas sobre la necesidad de desarrollar tecnología propia; esta situación cambió con la apertura comercial, pero sólo algunas lo han hecho con éxito.
- Es frecuente la adquisición de tecnología de punta, pero no se hace mucho por apoyar, larga y sostenidamente, la necesidad de desarrollos tecnológicos propios. Todas las pequeñas y medianas empresas han tenido que luchar para sobrevivir ante la falta de recursos de un crédito escaso y caro; cuando son las empresas pequeñas y medianas, las que a menudo hacen innovaciones.
- Hasta hace poco la política fiscal nunca había recompensado los esfuerzos de las empresas por innovar en sus procesos productivos; aunque continua siendo limitado.

Barreras políticas

- Los cambios de gobierno, no han sido conducentes al desarrollo de políticas de largo plazo, indispensables para un desarrollo científico y tecnológico sostenido del cual resulten las innovaciones apropiadas.
- No se ha tenido la capacidad de desarrollar programas de largo alcance que no sean vulnerables a los cambios sexenales de rumbo, crisis económicas, ni a los cambios de funcionarios. Por lo que muchos esfuerzos creativos se pierden porque les falta tiempo de maduración y experimentación, o cambiaron las políticas y las prioridades de sexenio.

Por un lado, la OCDE ubica a México como un país que ha tenido avances significativos en respuesta a la globalización, por su atractiva localización e incremento de las actividades basadas en el conocimiento, logrando un avance sistémico en la infraestructura de ciencia y tecnología. Sin embargo, en comparación con los logros que obtienen otros países en aspectos como el impulso de la IDE, con la promoción de redes y creación de clústeres de conocimiento e innovación tecnológica, o el diseño de una cultura de la innovación; el progreso del país en este sentido resulta insuficiente.

Por otro lado, se debe aceptar que los recursos siempre serán escasos para las necesidades, muchos problemas se deben a la falta de recursos; pero dentro de este panorama debe tenerse una mejor visión y fijar prioridades precisas y sostenidas a lo largo del tiempo.

Corresponde al gobierno, financiar los programas para los más pobres, pero también establecer políticas y programas de desarrollo sostenido para el resto de la sociedad, manejando los elementos a su disposición.

Muchos de los desarrollos científicos y tecnológicos en otros países se deben al uso inteligente de una política de exención de impuestos para ciertas actividades como empresas incubadoras de desarrollos tecnológicos e innovaciones.

Se deben realizar esfuerzos de difusión, divulgación y venta; ninguna innovación de ningún otro tipo se logró sin la venta adecuada.

Deberá estimularse la innovación tecnológica pertinente dirigida a los grupos más desamparados de la sociedad (indígenas, campesinos y aquellos que subsisten en el país). Esto tiene tanta importancia como crear los más avanzados instrumentos y productos. Naturalmente, por el tamaño de la economía mexicana, y los recursos de la

sociedad, no es posible dedicarse a todo. Por lo que se deben estudiar con cuidado las áreas prioritarias en ciencia y tecnología que deriven en ventajas comparativas.

Finalmente, la hipótesis de trabajo es validada por los hechos empíricos que se analizaron en capítulos precedentes, que demuestran que una sólida estrategia de fomento a la ciencia y tecnología por parte de una nación, permite su crecimiento económico, al mismo tiempo que aumenta su competitividad y mejora el posicionamiento de su economía en el entorno global.

Bibliografía

- Ayala Espino, José. Instituciones y economía. Una introducción al neoinstitucionalismo económico. Fondo de Cultura Económica. México, 2004.
- Banco Mundial. Cultural Research, Sector Policy. Paper. Washington, U.S.A. 1981.
- Conacyt. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.
- Conacyt. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. Edición de bolsillo. México, 2006.
- Corona Treviño, Leonel. Coordinador. Teorías Económicas de la Innovación Tecnológica. Instituto Politécnico Nacional. México, 2002.
- Galindo, Miguel A., Malgesini, Graciela. Crecimiento Económico. Principales Teorías desde Keynes. Mc Graw-Hill, España, 1994.
- Hoselitz, Berthold Frank. Teorías del crecimiento económico. Traducción de Julio Cerón. Herrero, hnos. Mexico, 1964.
- Jones, Charles I., Introducción al crecimiento económico, 1ª Edición, Edit. Pearson Educación, México, 2000.
- Jones, Hywel G. Introducción a las teorías modernas del crecimiento económico. Traducción de Eugenia Aguilo y Antonio Menduina. Bosch. Barcelona, 1979.
- Lara Rosano, Felipe, Coord. Tecnología. Conceptos, problemas y perspectivas. Siglo XXI. México, 1998.
- López G., Julio. Teorías del crecimiento y economías semiindustrializadas. Facultad de Economía. UNAM. México. 1991.
- Metcalfe, Stanley. The Economic Foundations of Technology Policy: equilibrium and evolutionary perspectives. Blackwell Publishers, Oxford, UK. 1998.

- Mowery, David; Rosenberg, Nathan. La tecnología y la búsqueda del crecimiento económico. CONACyT, Primera Edición, México, 1992.
- Nelson, Richard R. The sources of economic growth. 2nd. Edition. Harvard University Press. U.S.A. 2000.
- North, Douglass C. Instituciones, cambio institucional y desempeño económico. Fondo de Cultura Económica, México, 1993.
- OCDE. Main Science and Technology Indicators, 2006-2.
- Primit Chaudhuri, Economic Theory of Growth, ed. Harvester Wheatsheaf, Great Britain, 1989.
- Pavitt, Keith and Hanson, Philip. The comparative economics of research development and innovation in East and West a survey. Routledge. London, 2001.
- RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.
- Romer, Paul. Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy. Vol. 98, No. 5, Oct. 1990. pp. S71-S102.
- ——— Increasing Returns and Long-Run Growth," Journal of Political Economy, Vol. 94, No. 5 (Oct. 1986), pp. 1002-1037.
- Rosenberg, Nathan. Inside the Black Box: Technology and economics. Cambridge University Press, U.K., 1982.
- Schumpeter, Joseph. Teoría del desarrollo económico. Fondo de Cultura Económica. México, 1978.
- Solow, Robert M., La Teoría del Crecimiento, una exposición. Fondo de Cultura Económica. México, 1982.
- Thirlwall, Anthony P. La naturaleza del crecimiento económico. Un marco alternativo para comprender el diseño de las naciones. F.C.E. Tr. Carlos Absalón C. e Ignacio Perrotini Hernández. México, 2003.
- von Tunzelmann, G.N. Technology and industrial progress; Edward Elgar Publishing Ltd. Great Britain, 1997.