La innovación y el desarrollo tecnológico como una política de Estado y los estímulos fiscales para promoverla

V. Ma. Antonieta Martin Granados
Luis Alfredo Valdés Hernández
Investigadores de la División de Investigación de la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM

Resumen

En este trabajo se presenta una definición del concepto de innovación, en un sentido amplio, que tiene el propósito de servir como antecedente para la evaluación de los proyectos de innovación tecnológica que buscan respaldo en programas de apoyo a la innovación a través de estímulos fiscales que para tal efecto el gobierno federal ha instituido. Asimismo, se realiza una revisión de los principales artículos de la Ley de Ciencia y Tecnología que son aplicables a las empresas; y, por último, se hace un análisis de los estímulos fiscales establecidos en la Ley del Impuesto Sobre la Renta para los proyectos de innovación y desarrollo tecnológico.

Introducción

La importancia de la tecnología en la competitividad de las empresas es un tema que en tiempos recientes se ha tratado ampliamente, reconociendo que la tecnología no es un elemento único, sino más bien un conjunto de elementos interrelacionados que como objetivo común están orientados a la permanencia y crecimiento de la organización.

Por un lado, se reconoce a las innovaciones como un producto del sistema tecnológico y, por otro, se distingue que las innovaciones exitosas son difíciles de lograr sin una administración adecuada y más aún sin un financiamiento que realmente ayude a lograr los objetivos de los proyectos tecnológicos.

Los gobiernos establecen políticas orientadas al apoyo y desarrollo de nuevas tecnologías o su aplicación; sin embargo, para acceder a estos apoyos es necesario tener un conocimiento especializado. Lo anterior indica la necesidad de contar con administradores de la tecnología que lleven a buen término el proceso de la innovación y que a través de su quehacer profesional minimicen los riesgos naturales de este proceso.

Proceso para administrar un sistema tecnológico con orientación a la innovación

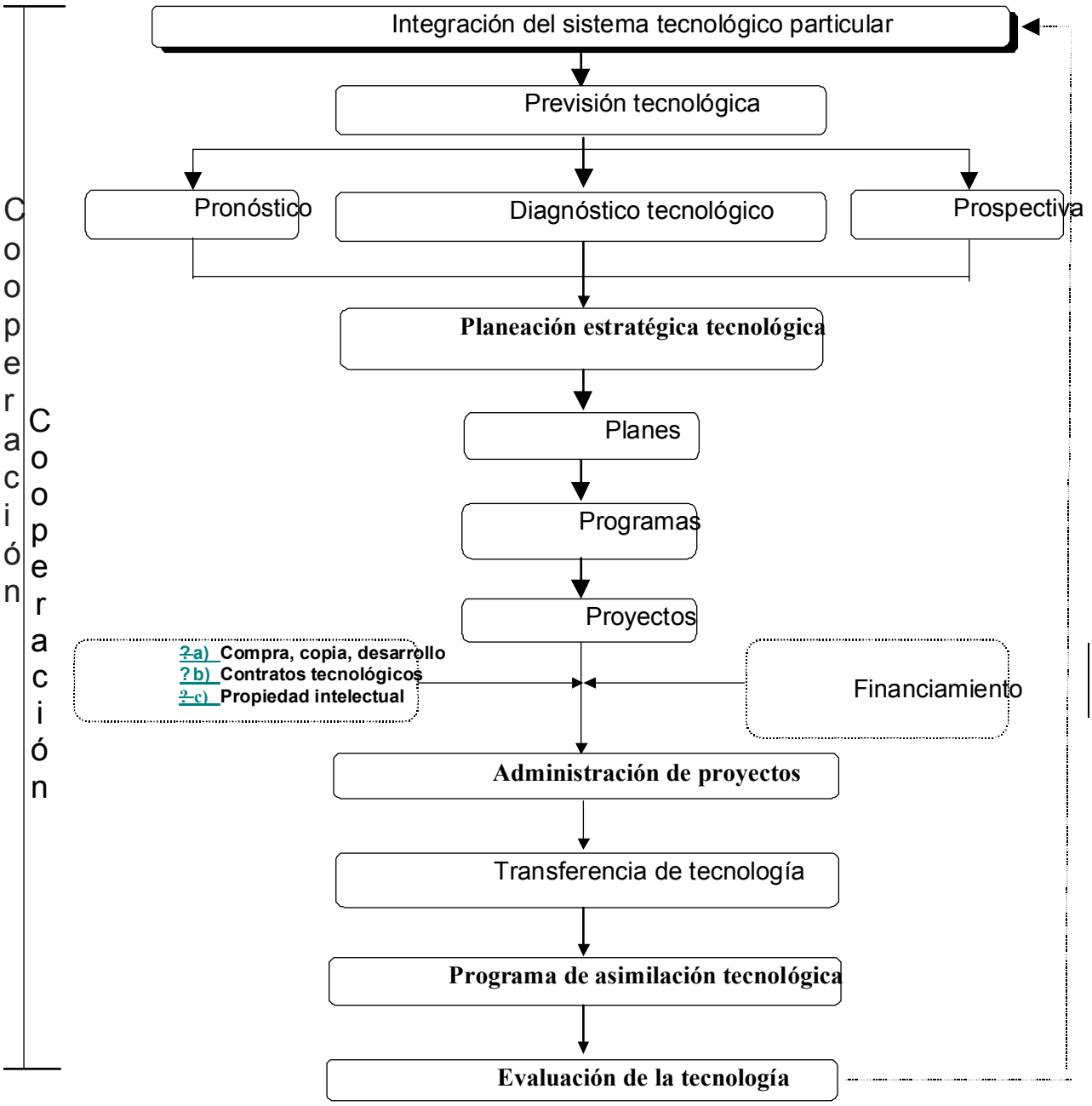
Un proceso propuesto para administrar el sistema tecnológico en las empresas con una orientación a la innovación ha sido presentado con anterioridad en esta revista; pero por su importancia en el tema por tratar lo citaremos.[1]

La administración del sistema tecnológico es el proceso con un enfoque sistémico aplicado al diagnóstico, pronóstico y prospectiva tecnológica de la organización y su entorno, con el fin de conocer las fortalezas-debilidades tecnológicas de la organización —comparándolas con las oportunidades-amenazas del entorno, respectivamente; establece la permanencia o el crecimiento de la organización mediante la integración de un sistema tecnológico adecuado— que antecede a los planes, programas y proyectos de desarrollo tecnológico que sean necesarios para lograr la innovación, ya sea adquiriéndolos, desarrollándolos o mediante la copia; conservando siempre la dirección que dan la misión, visión y objetivos de la propia organización. Además, se requiere contemplar los programas de asimilación para la conservación, incremento y difusión del conocimiento tecnológico aunado al aseguramiento y control del mismo para el desarrollo de una cultura organizacional en beneficio del individuo, de la propia organización y del país en general (ver cuadro 1).

Así, la administración del sistema tecnológico debe definirse de la manera más amplia posible reuniendo bajo un mismo marco de referencia los conceptos, métodos y técnicas aplicables al sistema tecnológico para que no sólo se puedan identificar claramente sus interdependencias y articulaciones, sino para que se pueda utilizar la misma base común de conocimientos para posibilitar un proceso de toma de decisiones y de acciones tecnológicas coordinadas en distintos contextos, con el fin de evitar la incongruencia, la suboptimización y lograr la efectividad del proceso integral del desarrollo tecnológico. **De esta manera se llega a las innovaciones radicales o graduales**.

[1] Luis Alfredo Valdés Hernández, "El sistema tecnológico en las organizaciones y su administración" en *Contaduría y Administración*, núm. 191, pp. 48-49.

Cuadro 1
Proceso para la administración del sistema tecnológico



Fuente: Luis Alfredo Valdés Hernández, "El sistema tecnológico en las organizaciones y su administración", en *Contaduría y Administración*, núm. 191, p.47

Aun cuando estas actividades no se encuentran de una manera formal y explícita en las organizaciones se basan en los conceptos y técnicas[2] de:

- *Integración del sistema tecnológico*. Para administrar este sistema lo primero que se debe hacer es integrarlo identificando el vector tecnológico de la misión, la estructura organizacional y su diseño de transformación, además de identificar los elementos del entorno específico para la organización, determinando sus objetivos y medidas de actuación o parámetros tecnológicos.

- *Elaboración del diagnóstico tecnológico.* El diagnóstico tecnológico se integra con los datos de los parámetros tecnológicos que pueden ser de carácter cualitativo o cuantitativo; se puede decir que es una fotografía de la organización donde se identifica el nivel tecnológico que se tiene en ese momento; asimismo, a través de un análisis de sus parámetros se indican las áreas de oportunidad.

- *Formulación del pronóstico y la prospectiva tecnológica*. Los parámetros tecnológicos o indicadores se deben recopilar de manera histórica en aquellas empresas donde existan registros de los mismos, de tal forma que se puedan usar como base de datos para elaborar pronósticos y proyectar sus valores en el tiempo como los valores esperados en un futuro determinado. Esa situación proyectada es inercial y tendría una alta certidumbre si las condiciones del entorno se mantuvieran constantes. Lo cierto es que, en un entorno turbulento, las condiciones tienen cambios permanentes; por ello, ese futuro tan sólo es uno de los posibles. Una herramienta que ha venido en auxilio de los administradores con enfoque estratégico es la prospectiva o estudio del futuro en el que a través de técnicas cualitativas y cuantitativas se establecen situaciones futuras posibles, probables y deseadas con base en los elementos sociales, determinando variables motrices del sistema.

- *Desarrollo e implantación de la planeación estratégica tecnológica*. Con el establecimiento de la misión, la visión, la fuerza inercial, las fortalezas y debilidades de nuestro sistema, las oportunidades y amenazas del entorno se facilita el establecimiento de líneas tecnológicas estratégicas para la organización. Considerando el nivel competitivo en el mercado y el tecnológico del sistema, la organización determina si compra, copia o desarrolla partes del paquete tecnológico.

- *Establecimiento de programas para el desarrollo e innovación tecnológica*. Esas líneas estratégicas se orientarán por programas a elementos específicos de los vectores tecnológicos dependiendo de la etapa del ciclo de vida, ya sea del producto específico o de la organización misma. En una etapa de introducción los programas se orientarán a la tecnología de producto; en la etapa de crecimiento, hacia la tecnología de proceso; en la etapa de madurez el apoyo será hacia la tecnología de operación; y finalmente en la obsolescencia una vez más el producto originando una segunda curva por mejora o innovación.

- *Elaboración de las políticas tecnológicas organizacionales*. Para llevar a cabo el proceso administrativo del sistema tecnológico es necesario establecer en la organización políticas tecnológicas orientadas a proteger y acrecentar el acervo tecnológico existente o en vías de desarrollo.

[2] Luis Alfredo Valdés Hernández, "Una aproximación al concepto de administración de la tecnología", en *Memorias XXIV Asamblea de Cladea*, Lima, septiembre 1991.

- *Formulación y evaluación de los proyectos de desarrollo tecnológico, así como la búsqueda de su financiamiento*. Los proyectos son la parte operativa del concepto estratégico; para su buen desarrollo es necesario establecer metodologías para su formulación. Las recomendaciones del Banco Mundial son que en su estructura se contemplen cinco apartados: i) aspectos de mercado, ii) aspectos técnicos, iii) aspectos económicos financieros, iv) aspectos administrativos referentes a su implantación y control, y v) una evaluación costo beneficio. Por otro lado, la evaluación se deberá efectuar considerando la sinergia del proyecto en la organización. En la administración de los proyectos se debe contemplar los aspectos financieros de los mismos, ya sea por un financiamiento interno o externo, a través de la mejor opción de los diferentes programas de apoyo al desarrollo tecnológico que existen en el entorno, entre los que se encuentran los programas de crédito fiscal al desarrollo tecnológico.

- *Estructura y aprobación de los contratos de transferencia tecnológica*. Los contratos de transferencia tecnológica no sólo se contemplan en la compra de tecnología, sino también en el desarrollo de nuevas tecnologías; pueden ser de manera interna o por cooperación con otras organizaciones. La administración del sistema tecnológico deberá usar estos contratos como elemento de control y para asegurar la transferencia exitosa de los sistemas tecnológicos a la organización receptora.

- *Formulación e implantación de los programas de asimilación de tecnologías*. Dentro de los contratos de transferencia un apartado importante es el del programa de asimilación que disminuirá en la organización receptora el tiempo de aprendizaje del nuevo sistema y permite a la organización mejorar el sistema.

- *Desarrollo de una cultura organizacional adecuada*. Una de las principales funciones de la administración del sistema tecnológico es el desarrollo de un clima organizacional adecuado que ayude al desarrollo de una cultura orientada al cambio, ya sea gradual o radical.

El proceso así descrito nos ayudará a administrar el sistema tecnológico orientándolo a la obtención de las innovaciones.

Innovación tecnológica

Tradicionalmente, la ventaja competitiva de una empresa se deriva de su eficiencia que se puede observar a partir de indicadores organizacionales tales como el índice de rechazos internos y externos, el bajo costo de los bienes, servicios ofrecidos y su grado de aceptación en el mercado.

Las empresas logran su ventaja competitiva y beneficios económicos en gran medida como resultado de la innovación; aquellas que puedan manejar dicha ventaja obtendrán beneficios que les permitirán sobrevivir y prosperar en entornos turbulentos.

Es importante diferenciar entre las innovaciones y las invenciones. El proceso de invención incluye todos los aspectos conducentes a la creación de un nuevo concepto que es factible. Por otro lado, el proceso de innovación toma un nuevo concepto o combina varios nuevos o antiguos en un nuevo esquema (otra invención) y posteriormente lo desarrolla en un producto, que es aceptado en el mercado. Aun cuando la frontera entre invención e innovación con frecuencia no es definida en la práctica, la distinción se concentra en la explotación de un nuevo concepto hacia la aplicación y el valor comercial.[3]

[3] Hans J. Thamhain, "Manejo de la innovación basada en la tecnología", en *Manual de gestión en tecnología*, pp. 183-185.

Lo anterior está ligado al concepto de quién alimenta a quién: la ciencia a la tecnología o la tecnología a la ciencia. Desde el punto de vista de la administración para la innovación es interesante considerar las fronteras en cuanto a efectos inmediatos; la ciencia genera conocimientos y la tecnología crea riqueza.

La innovación es un proceso complejo, de múltiples etapas y de muchas personas, donde los extremos, inicial y final, son: la generación de una idea o invención y la conversión o explotación de esta idea en una aplicación útil, que con frecuencia recibe el nombre de comercialización.

La innovación tecnológica es un proceso que abarca el espectro de actividades que pueden iniciar con la búsqueda de necesidades tecnológicas de organizaciones del sector productivo y se extiende hasta la comercialización, en el mercado de estas organizaciones, de productos, procesos, equipo, etc., que derivan de esfuerzos de investigación y desarrollo (IDE) o de otros mecanismos.

De esta manera, la realización de innovaciones tecnológicas, entre otras condiciones:

a) Implica satisfacer demandas del sector productivo a través del uso de cambios técnicos que, colocados en el mercado, producen consecuencias económicas y sociales.

b) No implica necesariamente ejecutar proyectos de IDE. La generación de cambios técnicos pueden estar esencialmente basadas en informaciones técnicas disponibles en la bibliografía, en las normas técnicas, en las patentes, etc., o en la compra de tecnología producida por terceros (innovación por adopción).

c) Necesariamente requiere de organizaciones del sector productivo, para incorporar los cambios técnicos a sus sistemas de producción que les atribuyen significación económica y/o social.

Por lo tanto, para que los proyectos de investigación y desarrollo lleguen a ser innovaciones y tengan consecuencia económico-sociales es conveniente que estén vinculados a necesidades de mercado-tecnológicas específicas de organizaciones existentes en el sector productivo.

Modelos de innovación tecnológica

En la década de los cincuenta del siglo XX, los estudios se orientaron a investigar los rasgos que ayudarían en la identificación y el desarrollo de individuos innovadores. En estos estudios ya se había identificado el papel importante del conocimiento y las capacidades relacionadas con el trabajo, la necesidad de compartir riesgos y un ambiente de trabajo adecuado y que apoyara su actividad. A este tipo de administración se le llamó administración de primera generación[4] donde el desempeño innovador de la empresa dependía de la capacidad dada por el recurso humano, clima organizacional y el liderazgo.

Un estudio, ya clásico, es el de Donald G. Marquis[5] (1969) donde se reconoce la existencia de tres tipos de innovaciones (tabla 1):

1. Las innovaciones que se refieren a la administración de sistemas complejos donde el cambio tecnológico se encuentra presente en primer plano. Ejemplos de esto son proyectos espaciales, proyectos de defensa (en los países desarrollados), proyecto del genoma humano, etcétera. Se caracteriza por la existencia de la planeación a largo plazo.

[4] *Ibidem*, p. 186.
[5] Donald G. Marquis, "The anatomy of succesful innovations", *Technical Report*, National Science Foundation, vol. 69, núm. 17, 1969.

2. Las innovaciones radicales son aquellas que representan el desarrollo tecnológico más radical y que ocasionan cambios en la industria. Algunos ejemplos son el convertidor *Basic Oxigen Furnace* (BOF) en la industria siderúrgica, la xerografía en la impresión, el transistor en la electrónica, la clonación en la biotecnológica, etcétera. Se originan de la aplicación de innovaciones graduales de otros sectores o áreas de actividad, o de la aplicación de nuevos conocimientos científicos generados a partir de proyectos de investigación básica; requiere de inversiones significativas.

3. Las innovaciones graduales son aquellas que son esenciales para la supervivencia de la empresa y derivan de mejoras que no cambian sustancialmente los productos, procesos o equipos existentes. Esta clase de innovación está más involucrada como factor económico, en el corto plazo, que los otros tipos de innovaciones. Se relaciona de manera directa a programas para la calidad.

De lo anterior se observa que la innovación no es producto de una sola acción, sino más bien se le debe considerar como la integración de diversos procesos interrelacionados como son la concepción de la idea, del invento de un nuevo producto/proceso, el desarrollo de un nuevo mercado, etcétera.

Estos procesos integrados actúan hacia el logro de un objetivo común: el cambio tecnológico, orientado y aceptado por el mercado.

Tabla 1
Tipos de innovaciones y sus relaciones

Innovación de Sistemas	Innovación Radical	Innovación Gradual
Planeación a largo plazo	Planeación a mediano plazo.	Planeación a corto plazo
Implica administración de sistemas complejos	Implica ventaja en la productividad	Implica pequeños cambios, sin alterar demasiado el equipo o proceso existentes
Grandes inversiones	Inversiones significativas	Suelen requerir inversiones significativas
Impacto nacional o mundial	Impacto en el sector	Impacto inmediato en la empresa

Fuente: Donald G. Marquis, “The anatomy of succesful innovations”, *Technical Report*, National Science Foundation, vol. 69, no. 17, 1969

La innovación, desde la concepción hasta su implantación, puede ser desarrollada por una sola organización; sin embargo frecuentemente es producida por las contribuciones de fuentes ajenas, efectuadas en otros lugares y en diferentes tiempos. De acuerdo con el modelo de Marquis, el proceso (cuadro 2) considera como fuentes de inicio y abasto del mismo a la tecnología y al mercado, presentándose diferentes etapas que dan la idea de producir una linealidad. Las seis etapas reconocidas son:

1. Reconocimiento

El proceso de innovación inicia con una nueva idea, que incluye la etapa de reconocimiento de la posibilidad técnica y potencial. El innovador deberá tener un conocimiento actualizado del estado del arte y del conocimiento técnico para sustentar sus estimaciones de posibilidad técnica. Asimismo, deberá estar actualizado en cuanto a demandas sociales y económicas para poder reconocer una demanda y diferenciarla determinando si es potencial o real, por lo que la determinación de la demanda es importante.

2. Formación de la idea

La siguiente etapa es la formulación de la idea, que consiste en la asociación y fusión de los conceptos de la demanda satisfecha y la posibilidad técnica; esta fusión de conocimientos da origen al concepto de diseño del producto o proceso de transformación. Éste es un verdadero acto creativo en el que la asociación de ambos elementos es esencial.

Si tan sólo se considera el concepto técnico, éste puede o no solucionar la demanda insatisfecha. En forma similar una investigación para responder a una demanda dada puede o no desarrollarse dependiendo de las posibilidades técnicas que en ese momento existan.

Una vez planteada la idea o concepto de diseño llega el momento de decidir si conviene o no asignarle recursos económicos y humanos, para posteriormente pasarla a la etapa de búsqueda de soluciones.

Parte de esta etapa realmente es un proceso de evaluación para llegar a una decisión que toma en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Probabilidad estimada de éxito técnico.
b) Costo estimado de desarrollo y fabricación.
c) Tiempo estimado de desarrollo.
d) Probabilidad de comercialización exitosa.
e) Rentabilidad del proyecto.

3. Búsqueda de la solución al problema

La idea o concepto de diseño es meramente la identificación y formulación de un problema, con el fin de tomar una decisión. Si ésta es favorable y se le asignan fondos se inicia la etapa de la búsqueda de información para la solución del problema planteado.

En muchos casos una parte o la totalidad de la información necesaria está disponible; en otros, la información requerida no está disponible o no existe. Es en este punto en donde aparece la necesidad de la actividad creativa y especialmente del proceso de IDE, el cual pone al descubierto problemas no previstos que a su vez requieren soluciones y nuevas decisiones que implican abandono de algunos proyectos y la redefinición de otros.

4. Solución

Hay casos en que parte de la solución se logra adaptando una respuesta tecnológica a un problema similar; pero en una industria totalmente diferente esto es una innovación por adaptación. La combinación de información técnica disponible, la información técnica autogenerada mediante la IDE

y la adaptación de otras tecnologías puede dar la solución que puede ser un invento que se debe patentar para protección de la invención.

5. Desarrollo

La solución al problema probablemente sea la verificación de lo inicialmente planteado o bien la solución a un problema diferente con objetivos modificados. El proceso del desarrollo implica la construcción de una planta piloto o de prototipos para pruebas de escalamiento y confiabilidad en el funcionamiento. La innovación no se consigue hasta que el producto se introduce en el mercado y permanece en él.

6. Utilización y difusión

Llegamos a la última etapa donde la solución es utilizada y difundida en el mercado. Alcanzar esta etapa no significa ninguna garantía, en promedio sólo uno o dos de cada cinco productos nuevos llegan a conseguir beneficios suficientes para considerarlos como recuperación de la inversión.

Los costos de promoción, publicidad y distribución, si los hay, son normalmente más altos que los de las etapas anteriores, por lo que la ejecución de esta etapa requiere de cuidadoso análisis económico. La incertidumbre técnica se transforma en riesgo económico. En este mismo estudio Marquis concluye que:

1. Las pequeñas innovaciones, en cantidad, contribuyen significativamente a la permanencia en el mercado por una ampliación del ciclo de vida del producto.

2. En el proceso de innovaciones exitosas, el reconocimiento de la demanda en el mercado es un factor más frecuente que el reconocimiento de la posibilidad técnica. (En algunas industrias el 80 % de todas las innovaciones se originan en la demanda del mercado).[6]

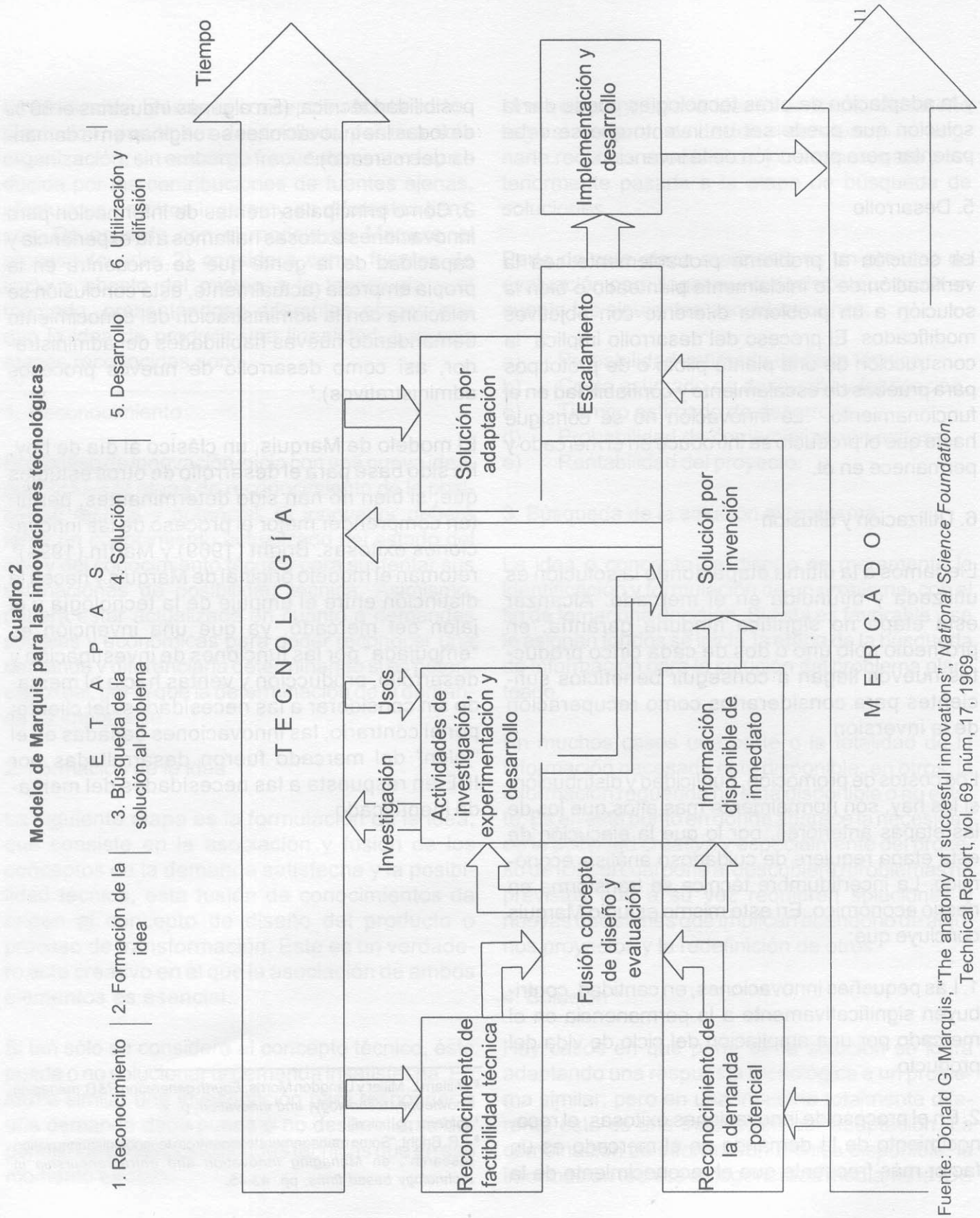
3. Como principales fuentes de información para innovaciones exitosas hallamos a la experiencia y capacidad de la gente que se encuentra en la propia empresa (actualmente, esta conclusión se relaciona con la administración del conocimiento demandando nuevas habilidades del administrador, así como desarrollo de nuevos procesos administrativos).[7]

El modelo de Marquis, un clásico al día de hoy, ha sido base para el desarrollo de otros estudios que, si bien no han sido determinantes, permiten comprender mejor el proceso de las innovaciones exitosas. Bright (1969) y Martín (1994)[8] retoman el modelo original de Marquis y hacen la distinción entre el empuje de la tecnología y el jalón del mercado, ya que una invención es "empujada" por las funciones de investigación y desarrollo, producción y ventas hacia el mercado sin considerar a las necesidades del cliente; por el contrario, las innovaciones basadas en el "jalón" del mercado fueron desarrolladas por IDE en respuesta a las necesidades del mercado identificado.

[6] William L. Miller y Langdon Morris, *Fourth generation R&D, managing knowledge, technology, and innovation*, p. x.
[7] *Ibidem,* pp. xii-xiii.
[8] J. R. Bright, "Some management lessons from technological innovation research", en *Managing Innovation and entrepreneurship in technology based firms*, pp. 43-45.

Cuadro 2

Modelo de Marquis para las innovaciones tecnológicas



Fuente: Donald G. Marquis, "The anatomy of succesful innovations", *National Science Foundation*, Technical Report, vol. 69, núm, 17, 1969.

El proceso de innovación para productos nuevos, cuyo objeto es su introducción al mercado descrito por Marquis, fue ampliado por R. G. Cooper (1983); dicho proceso fue dividido en siete etapas. La conclusión básica es que el proceso de innovación para nuevos productos implica la retroalimentación permanente de la actividad técnica en el análisis del mercado y cuanto más rápido se llevan a cabo las pruebas reales de mercado, con el producto terminado, las probabilidades de tener una innovación exitosa serán mayores. Se deberá tomar en cuenta que el proceso de innovación deberá iniciar de acuerdo con el ciclo natural del producto que se pretenda innovar.

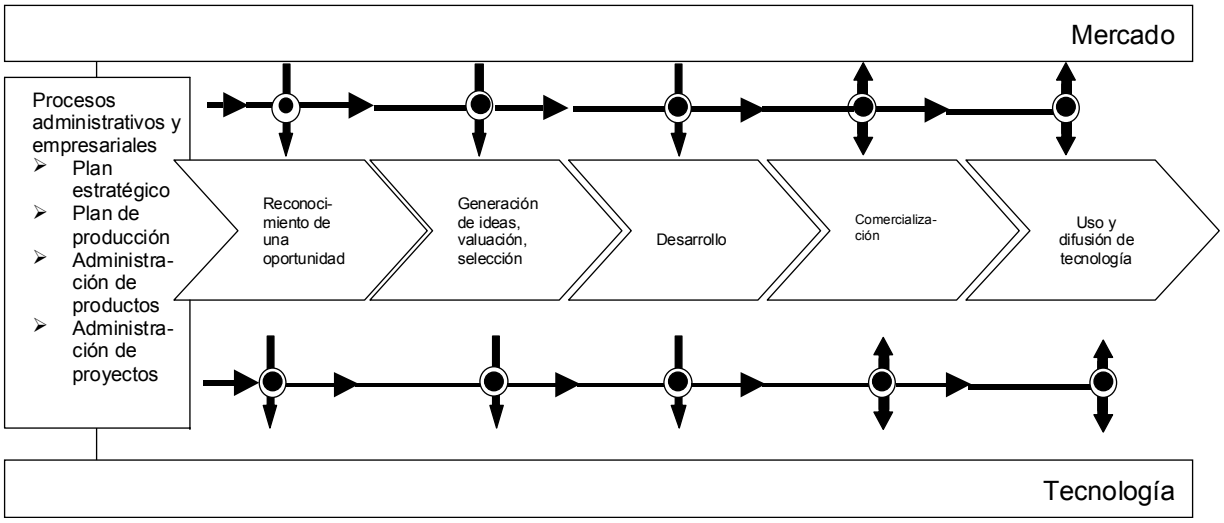
En los últimos años varios investigadores como F. Johene, R. Cooper, C. Crawford, J. Quinn, A. Van de Ven, A. Gupta y M.J.C. Martín han estudiado los subsistemas y las variables involucradas en el manejo de la innovación. Para la década de los noventa, muchas empresas adoptaron prácticas administrativas de innovación más sistémicas y analíticas centradas en las necesidades de las empresas y de los clientes; con ello garantizaban que los procesos operacionales estuvieran bien enlazados con el mercado, la tecnología y los sistemas administrativos, además de que la innovación podía transferirse a una aplicación que agregue valor a la empresa; ésta fue llamada modalidad administrativa de segunda generación y requiere, en mayor medida, de una capacidad de decisión.

Un modelo del proceso de innovación que evolucionó con esta modalidad,[9] y que se muestra en el cuadro 3, nos muestra que la innovación es un proceso de múltiples etapas, influido por la tecnología, los procesos administrativos y el mercado.[10]

Por otro lado, dada la dinámica creciente y la turbulencia del entorno organizacional, se reconoce la necesidad de un proceso administrativo para la innovación. Considerando que la administración del proceso de innovación es sustantivo, es necesario reconocer que se da bajo condiciones difíciles, ya que el manejo exitoso de la innovación tecnológica exitosa involucra una serie de variables que se relacionan sobre todo con la operación, el recurso humano, la estructura y el entorno organizacional, definidas por la misión y orientadas por la visión organizacional.

[9] Edward B. Roberts, "Generating technological innovation", en *Manual de Gestión en Tecnología*, p.187.
[10] Hans J. Thamhain, *op. cit.*, p 187.

Cuadro 3
El proceso innovador y sus conexiones en el mercado, la tecnología y los subsistemas administrativos.



Fuente Hans J. Thamhain, "Manejo de la innovación basada en la tecnología", en *Manual de gestión en tecnología*, Gerard Gaynor (coordinador), Mc Graw Hill, Bogotá, 1999, p. 187

Razones por las que fracasan las innovaciones

El acervo de conocimientos técnicos, del cual depende la innovación, puede aumentar mediante la investigación y desarrollo (IDE). Pero debe reconocerse que la IDE es sólo una parte del proceso total y por sí mismo no genera el crecimiento económico.

En términos económicos, el gasto en IDE no es más que un costo fijo mientras no se exploten comercialmente los resultados a través de la innovación. Para considerarlo como una inversión será necesario llegar al final del proceso de innovación; es decir, llegar al mercado y permanecer en él. La IDE puede constituir la primera etapa; en ella se reconoce la importancia de un proceso continuo de innovación que enlace la investigación de mercados, la invención, el desarrollo de diseño, la instrumentación, el arranque con la primera producción y la comercialización del nuevo producto. Es muy importante aclarar que dicho proceso no deberá necesariamente iniciar con la investigación básica y terminar con el producto terminado y su comercialización.

La IDE representa usualmente una proporción relativamente pequeña del costo total de una innovación exitosa (véase tabla 2) y cuando se elabore el presupuesto de la innovación debe preverse el costo total y no sólo el de la IDE; los costos y las partidas varían dependiendo del producto, del mercado, de la industria en particular, etcétera. Dentro del propio componente de la IDE, las etapas de desarrollo del producto e introducción en el mercado representarán una parte mucho mayor de este gasto que la investigación básica, la que se convierte en una parte relativamente pequeña de los costos totales de la innovación.

Tabla 2
Distribución de los costos en las diferentes fases del proceso de la innovación tecnológica

Autor / Fase o actividad	**Charpie**	**Mansfield *et al.***	**Estadísticas de Canadá**	**Kamin Horresh Bijaoni**
I D	15-30	46.2	59	47
Ingeniería del proceso de producción, incluso herramental	40-60	36.9	31	18
Puesta en marcha del proceso de fabricación.	5-15	9.1	6	15
Puesta en marcha de la Mercadotecnia	10-25	7.7	2	20

Fuente: R. Horesh J. Y Kamin; "How the costs of technological innovation are distributed over time" Research Management, marzo-abril, 1983, citado en Luis Alfredo Valdés Hernández, *La ciencia y la tecnología, usos y restricciones en los países en desarrollo, el caso de la transferencia de tecnología de Zinalco*, tesis de maestría en Administración (Organizaciones), UNAM, FCA, 1987

En las economías de mercado, la innovación y la inversión están estrechamente relacionadas porque no sólo es que una innovación potencialmente provechosa estimule la inversión, sino que un alto nivel de inversión tiende a estimular la innovación a fin de aprovechar los últimos adelantos tecnológicos. Cualquiera que sea el sistema económico, el proceso de innovación puede verse obstruido en cualquier etapa de su desarrollo y puede resultar afectada por una gran variedad de factores. Entre las principales razones por las que fallan las buenas innovaciones se encuentran: factores del mer-

cado (27.5%), la administración (23.5%), el capital (15%), regulaciones (12%), la tecnología (11.5%), otros aspectos (10%).[11] Como principales barreras al proceso de innovación se tiene a la burocracia, los problemas de comunicación, la mala formulación de los proyectos, los problemas en la transferencia de la tecnología, la aversión al riesgo (por tradición y costumbre), la ausencia de ejecutivos y administradores de la tecnología, la escasa relación y conocimiento del mercado, la falta de financiamiento oportuno y adecuado, la estructura del sector industrial, la inexistencia o manejo inadecuado de las actitudes y conocimientos críticos.

La relación existente entre el gasto en IDE y la economía nacional es compleja y dependiente de múltiples factores exógenos y de otros tantos endógenos. Hay países que han gastado una gran cantidad de dinero en IDE sin que esto le haya ocasionado un notable crecimiento económico, entre otras causas, por una aparente ausencia de una política nacional en ciencia y tecnología. No es necesario ni factible descansar totalmente en la IDE propia.

En la práctica, la innovación no proviene solamente de la IDE, sino también de otros mecanismos como pueden ser compra, copia y adaptación del sistema tecnológico.

Otro factor importante por considerar es la mano de obra calificada y en general los recursos humanos capacitados. La aplicación de nuevos conocimientos técnicos a la producción y manufactura requieren de personal entrenado en todas las etapas del proceso de innovación que sea capaz de identificar necesidades y resolver problemas. Por ser la mano de obra calificada un recurso escaso, la distribución de la misma en las etapas del proceso de innovación es un factor limitante en la optimización de dichos procesos.

El conocimiento técnico es un artículo común en los mercados internacionales. Los resultados de la investigación están disponibles internacionalmente en las publicaciones; asimismo, los resultados de la mayor parte de la investigación tecnológica están disponibles a través del mercado en formas de nuevas máquinas y materias primas o mediante la adquisición de patentes y licencias. El intercambio internacional de conocimientos técnicos aparece en la balanza de pagos tecnológicos que compara los pagos de un país a otro por sus conocimientos técnicos, licencias y patentes, con sus ingresos por tales conceptos.

En general, parecería que cualquier país debe hacer compras de tecnología en el exterior, pero para poder hacerlo con el mayor provecho necesita desarrollar esfuerzos internos de IDE para adaptar, adoptar y finalmente asimilar.

Se requieren tasas elevadas de inversión para utilizar plenamente los sistemas tecnológicos de actualidad, aun cuando se compren en el exterior, ya que tales técnicas están a menudo incorporadas en un equipo de capital.

Una vez analizada la importancia de la tecnología y el proceso para administrar un sistema tecnológico, así como las razones por las que pueden fracasar las innovaciones, estudiaremos el estado en que se encuentra la investigación y desarrollo tecnológico en México, así como los estímulos y programas gubernamentales que existen para su promoción y apoyo.

[11] Cfr. Luis Alfredo Valdés Hernández, *La ciencia y la tecnología, usos y restricciones en los países en desarrollo, el caso de la transferencia de tecnología de Zinalco*, tesis de maestría en Administración (Organizaciones), UNAM, FCA, 1987.

Investigación y desarrollo tecnológico en México

A partir de la Segunda Guerra Mundial y hasta la década de los setenta del siglo pasado, la política industrial mexicana fue de una economía con barreras arancelarias, de sustitución de importaciones y proteccionista. La producción estaba destinada en su mayor parte al consumo interno, por lo que la calidad y el precio no eran importantes en virtud de que no existía competencia. Así, se descuidó la inversión en investigación y desarrollo de tecnología de nuevos productos y equipos o de mejoramiento de los ya existentes. De igual manera, se puso poco énfasis en la investigación pura y su financiamiento. Con respecto a la educación el Estado se dedicó a disminuir el analfabetismo, prestando menos importancia a la educación superior y de posgrado.

Cuando se originó la crisis económica de 1982, el gobierno se abocó a modernizar la economía con una orientación liberal hacia el mercado; de esta forma el país empieza con la desregulación y a abrir su economía, al mismo tiempo que comienza con la privatización de las empresas estatales.

En 1986 México entra al GATT y se inicia el proceso de liberalización del comercio exterior, la eliminación de aranceles y se continúa con la privatización. En 1994 entra en vigor el Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Canadá y México; sin embargo la mayoría de las empresas mexicanas no estaban preparadas para una apertura tan abrupta de sus fronteras, llegando a la década de los noventa con un grado de obsolescencia mayor y poca competitividad internacional para hacer frente a la liberación del comercio.

Por otro lado, los países industrializados cuentan con políticas y estímulos para la integración regional promoviendo el desarrollo de los conglomerados o agrupamientos industriales mediante la colaboración estrecha entre las industrias y las autoridades, apoyando la calificación de la mano de obra, la educación técnica especializada, el desarrollo de la investigación y la innovación tecnológica.

Sin embargo, México se enfrenta a grandes retos estructurales como “la pobreza extrema de cerca de una cuarta parte de la población, infraestructura social y física inadecuada y el insuficiente desarrollo del capital humano”[12] , mientras que, sus programas gubernamentales se quedaron en el discurso político y en enunciados de buenas intenciones.

Los programas nacionales de desarrollo en México de los dos últimos sexenios

En el programa de política industrial prevista en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 1995-2000 — por medio del Programa de Política Industrial y Comercio Exterior (Propice)— señala, entre otras acciones, “el formar una fuerza de trabajo cada vez más capacitada, crear una infraestructura de comunicaciones y transporte eficaz y competitiva, introducir sistemas de información que pongan al alcance de las empresas la mejor tecnología y las mejores prácticas administrativas disponibles, y contar con instituciones financieras eficientes”. Pero una vez más, todo quedó en el discurso político y en buenas intenciones.

A pesar de que el Propice reconoció la necesidad de que el gobierno participase activamente en la industrialización y competitividad de las empresas, el programa carece de acciones estratégicas concretas, sin una política de evaluación ni de coordinación entre las secretarías de Estado.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2001-2006[13] se señala que “México enfrenta todavía

[12] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, *Desarrollo regional y política estructural en México*, p. 335.
[13] Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2001.

grandes rezagos en el esfuerzo en investigación y desarrollo, que influyen desfavorablemente en la competitividad", admitiendo que la inversión pública en investigación y desarrollo se ha mantenido en niveles muy inferiores al 0.5 % del Producto Interno Bruto (PIB).

De igual forma, se señala que se requiere de una estrategia coherente que incluya "a) divulgación entre la sociedad de la cultura tecnológica; b) fomento de la tecnología local y adaptación de la tecnología extranjera; c) innovación en la generación, desarrollo, asimilación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico...".

En el Programa Especial de Ciencia y Tecnología —presentado en 2001— el Presidente de la República señaló que "la meta clave de este programa es alcanzar un nivel de inversión en investigación y desarrollo que sea de 1 por ciento del PIB en el año 2006" considerando que el Gobierno Federal invierta el 60% y el sector productivo el 40, aunque esto es sobre la base de que el PIB crezca a una tasa promedio del 5% anual, representando una tasa anual de crecimiento de inversión en investigación y desarrollo del 22%. Sin embargo, esta inversión apenas nos colocará al nivel de España en números relativos, aunque en números absolutos la diferencia con los países industrializados y el promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) resulta aún abismal (ver tabla 3).

Como se puede observar en la tabla 3, México destinaba en 1997 el 0.34% del Producto Interno Bruto (PIB) a investigación y desarrollo, mientras que sus socios comerciales (Canadá y Estados Unidos) destinaban 1.58 y 2.65%, respectivamente. El promedio de la OCDE —de la cual México forma parte— es de 2.18%; en contraste, Japón destina el 3.04% de su PIB. En la misma tabla se puede apreciar que el financiamiento de la investigación y desarrollo en los países escogidos la industria, en promedio, financia poco más del 60% (excepto España), mientras que en México el Estado financia el 71.1%. Aquí queda demostrado el poco interés de la industria en invertir en investigación y desarrollo, lo que hace de México un país dependiente de tecnologías extrajeras y con una industria poco competitiva en el área de investigación y desarrollo tecnológico. En efecto, la tabla 3 muestra que la industria en México gasta cerca del 20% en investigación y desarrollo, representando el 0.08% del producto interno de la industria; de dicho porcentaje el Estado financia el 26.4%.

Tabla 3
Gasto en investigación y desarrollo, 1998

País	Gasto interno bruto en IDE (GIBID)				Gasto de las empresas en IDE (GEID)			
	% del PIB	% financiado por		Por habitante a precios corrientes dólares estadounidenses	% del GIBID	% del producto interno de la industria	Financiados por	
		El Estado	Industria				Estado	Industria
Alemania	2.38*	33.8*	63.5*	563*	68.6*	2.10*	7.9*	89.5*
Canadá	1.58*	31.2*	49.2*	419*	63.0*	1.26*	5.3*	73.4*
España	0.90*	38.7	49.8	164*	51.5*	0.62*	6.6	89.1
Japón	3.04	19.3	72.6	733	71.2	2.44	2.1	97.3
México	0.34**	71.1**	16.9**	26**	19.7**	0.08**	26.4**	63.3**
EUA	2.65*	29.2*	66.8*	893*	75.7*	2.36*	13.6*	86.4*
Total OCDE	2.18	30.7	62.5	469	69.2	1.84	9.9	87.0

*1999
**1997
Para Estados Unidos se excluyen la mayoría o todos los gastos de capital
Fuente: Organization for Economic Co-operation and Development, *OECD in figures: Statistics on the member countries*, Paris, 2001

Por otro lado, en México el saldo de la balanza de pagos en 1999 resultó negativa como se puede observar en la tabla 4, independientemente de que los ingresos por este concepto representan una séptima parte de los egresos; mientras que en Estados Unidos la relación de los ingresos es de casi tres veces más que los egresos. Es importante recordar que lo anterior es en términos relativos y que al pasar este análisis a términos absolutos la comparación se pierde en la diferencia de cantidades.

Con relación a las solicitudes de patentes, en el año de 1999 se registraron en México tan sólo 44,707, de las cuales el 99.9% fueron extranjeros; esto implica una dependencia del exterior. Sin embargo, en los Estados Unidos de América se solicitaron 230,336 patentes por sus ciudadanos en su país; además, se realizaron en el extranjero 2,105,554 solicitudes de patentes por ciudadanos estadounidenses. En nuestro país se elaboran cuatro solicitudes tanto aquí como en el extranjero por cada 100,000 habitantes, mientras que en los Estados Unidos se realizan 828 solicitudes. Lo anterior da una idea del poco interés que en México existe por la invención y mejora tecnológica. Entre algunas razones para este escaso interés en la inversión en la investigación y desarrollo tecnológico podemos mencionar el escaso financiamiento a tasas muy elevadas, la escasa visión de algunos empresarios y la ausencia de una política de estado.

Tabla 4
Ciencia y Tecnología, 1998

País	Balanza de pagos de tecnología Millones de USD			Solicitudes de patentes			
	Ingresos	Egresos	Saldos	Total Nacional	De lo cual del extranjero %	Solicitudes en el extranjero	Solicitudes locales y en el extranjero por cada 100,000 habitantes
Alemania	12,513.9*	16,219.6*	-3,705.7*	149,493	68.4	543,683	720
Canadá	1,371.5**	1,020.2**	351.3**	64,707	94.0	112,738	386
España	190.9	1,025.4	-834.5	113,916	98.0	28,721	79
Japón	6,998.2	3,285.2	3,713.0	434,416	17.7	434,804	626
México	63.5*	452.2*	-388.7*	44,707	99.0	3,137	4
USA	36,467.0*	13,275.0*	23,192.0*	230,336	47.7	2,105,554	828

* 1999
** 1997
Fuente: Organization for Economic Co-operation and Development, *OECD in figures: Statistics on the member countries*, Paris, 2001

El Programa Especial de Ciencia y Tecnología (Pecyt)[14]

En el Pecyt, presentado en octubre de 2001, se señala como objetivo: "integrar y coordinar el esfuerzo nacional para dar impulso a las actividades científicas y tecnológicas del país", estableciéndose con ello un "cambio estructural en el uso eficiente y eficaz de los recursos".

Los elementos de este cambio se encuentran señalados en el propio programa y son:

— "Apoyo preferencial a los programas orientados a la solución de problemas de la población, respaldados por las dependencias del Gobierno Federal encargadas de resolverlos, y que involucran a grupos de investigadores más que a investigadores individuales, y generen redes de investigación entre los diversos centros.

— La asociación de formación de recursos humanos de alta calificación a los proyectos de investigación, o sea, la formación de posgraduados que formen las nuevas generaciones de investigadores.

— El apoyo creciente a los proyectos orientados a la elevación de la competitividad del sector productivo y que generen consorcios de investigación entre empresas, centros de investigación e instituciones de educación superior, sin descuidar la investigación básica.

[14] El contenido y datos de este apartado se obtuvieron del Programa Especial de Ciencia y Tecnología presentado por el Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (Conacyt) en el año de 2001, www.conacyt.mx.

— El apoyo a los proyectos que tengan impacto en el desarrollo regional para acelerar la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas"

En este mismo escrito se señala que los programas sectoriales de ciencia y tecnología que definirán las inversiones en infraestructura, formación de recursos humanos y líneas de investigación se presentarán a la brevedad (lo que no se ha hecho hasta el momento de la elaboración del presente artículo). Se menciona que para que las metas propuestas se alcancen se requiere de:

1. "Que el Gobierno Federal aporte los recursos [...] a los Fondos Sectoriales, Mixtos e Institucionales[...]

2. Que el sector productivo privado eleve su inversión en investigación y desarrollo a una tasa real anual del 33 por ciento, lo que equivale a que las principales empresas inviertan por lo menos el 1 por ciento de sus ventas en dichas actividades. Con este propósito, se promoverán las modificaciones necesarias [...] para otorgar incentivos fiscales[...]

3. Que las instituciones de educación superior y la Secretaría de Educación Pública realicen el esfuerzo correspondiente para el fortalecimiento de la enseñanza, [...] para que se logren los flujos de egresados complementarios.

4. Que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público [...] apruebe la creación de plazas para el personal dedicado a actividades de investigación y desarrollo de las Instituciones de Educación Superior y de los centros públicos de investigación que anualmente se requieren."

En el diagnóstico presentado en el Pecyt se señala que sólo 0.7 personas se dedican a la IDE por cada 1,000, mientras que en Corea lo hacen 6 y en Estados Unidos 14. Se reconoce el rezago en la formación de personal con posgrado, que es la base de la investigación, ya que mientras en México se forman 1,000 doctores por año, en Corea 4,000 y en Estados Unidos se forman 45,000.

También se menciona el bajo nivel de participación del sector privado en IDE (ver tabla 3). De igual manera, hay muy pocas empresas en México que han optado por los sistemas de calidad, los que han pasado a ser plataformas sobre las que se han construido sistemas de administración de la tecnología. Esto "ha permitido a las empresas progresar hacia sistemas de «cero defectos» y ocuparse en originar el cambio en sus nichos de mercado, en vez de ser simples seguidoras de compañías extranjeras", lo que ha traído como consecuencia que el país cuente con una planta productiva vulnerable; como ejemplo se señala que de aproximadamente 2.8 millones de empresas el 99% tiene un nivel de competitividad emergente; sólo 3,377 cuentan con la norma ISO 9000; 2,500 son exportadoras; y menos de 300 hacen algún tipo de investigación y desarrollo. Lo anterior es una explicación de la baja competitividad de México con relación a Corea y Estados Unidos.

Así, los objetivos estratégicos del Pecyt son: i) contar con una política de Estado en ciencia y tecnología, ii) incrementar la capacidad científica y tecnológica del país, y iii) elevar la competitividad y la innovación de las empresas.

Por último, las estimaciones para el año 2006 son las siguientes:

Tabla 5
Gasto Nacional en Ciencias y Tecnología, 2006
Por sector de financiamiento
Miles de millones de pesos de 2001

Actividad	Sector público		Instituciones de educación superior	Sector privado	Sector externo	Total	%	% PIB
	Total $	Conacyt $						
Gasto en investigación y desarrollo experimental	42.7	10.0	2.6	31.1	1.3	77.7	67.1	1.0
Educación de posgrado	13.0	8.5	5.5*	4.5		17.5	15.1	0.2
Servicios científicos y tecnológicos	11.2	2.9	2.0*	9.5		20.7	17.9	0.3
Total	66.9	21.4	10.1**	45.1	1.3	115.9	100	1.5

PIB 2006= 7,774.9 miles de millones de pesos de 2001, de acuerdo con estimaciones del Conacyt
*Incluye sólo instituciones del sector público
**Gasto total en ciencia y tecnología de las instituciones de educación superior. Para el total del gasto nacional en C y T se excluyen educación de posgrado y servicios científicos y tecnológicos para evitar la doble contabilidad (en IES y en gobierno)
Fuente: Tomado del Pecyt.

Es decir, en la tabla 5 se muestra la inversión en ciencia y tecnología que deberá realizarse para alcanzar el 1% del PIB, suponiendo una tasa promedio de crecimiento anual del PIB del 5%. Se señala que en función del comportamiento macroeconómico las cifras se ajustarán, pero se mantiene el objetivo del 1% del PIB para el año de 2006.

En cuanto a la formación de investigadores, se menciona que se tiene que fortalecer los posgrados, promoviendo el desarrollo de la ciencia básica y su asociación con la formación de recursos humanos que requiere el país.

Tabla 6
Total de posgraduados para investigación por sector de actividad, 2001-2006

Sector	2001				2006			
	Esp.	Maestría	Doctorado	Total	Esp.	Maestría	Doctorado	Total
Educación* Total		7,290	5,210	12,500		17,807	10,218	28,025
Centros de investigación Sep-Conacyt		1,050	1,200	2,250		3,116	2,725	5,841
Centros públicos de investigación		2,925	2,325	5,250		8,681	5,279	13,960
Total		3,975	3,525	7,500		11,797	8,004	19,801
Empresas Total	1,515	3,030	455	5,000	27,000	3,896	1,278	32,174
Total de personal en IDE	1,515	14,295	9,190	25,000	27,000	33,500	19,500	80,000

*Incluye personal dedicado a labores de investigación y docencia
Nota: en el caso de las especialidades médicas, éstas se considerarán de manera específica en el Programa Sectorial de Salud de Ciencia y Tecnología.
Fuente: Tomado del Pecyt que menciona como fuentes a: Conacyt, Encuesta sobre investigación y desarrollo de tecnología, 2000, ANUIES, Anuario estadístico de posgrado, 2000.

Como se puede observar en la tabla 6, se pretende pasar de 25,000 personas empleadas en investigación y desarrollo a 80,000 para el año 2006, considerando que la tasa anual de crecimiento del número de egresados de posgrado ha sido del 12% anual. Por lo que se refiere a las empresas, se promoverá el empleo de posgraduados, pasando de 5,000 a 32,174 personas.

Para elevar la competitividad y la innovación de las empresas, considerando los objetivos estratégicos del Pecyt, se proponen las siguientes estrategias: i) incrementar la inversión del sector privado en investigación y desarrollo; ii) promover la gestión tecnológica en las empresa; iii) promover la incorporación de personal científico-tecnológico de alto nivel en las empresas; y iv) fortalecer la infraestructura orientada a apoyar la competitividad y la innovación de las empresas.

Dentro de los programas sectoriales que se ocupan de temas de prioridad nacional relacionados con las empresas se encuentra el comercio interior y exterior, así como el desarrollo empresarial, y como áreas estratégicas del conocimiento el diseño y los procesos de manufactura, dando énfasis a las pequeñas y medianas empresas.

Ley de Ciencia y Tecnología

Ya se mencionó en apartados anteriores que en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 se señala que se requiere de una estrategia coherente que incluya "a) divulgación entre la sociedad de la cultura tecnológica; b) fomento de la tecnología local y adaptación de la tecnología extranjera; c) innovación en la generación, desarrollo, asimilación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico[...]". Así, el 30 de abril de 2002, el Senado de la República aprobó la Ley de Ciencia y Tecnología (LCT)[15] , que abroga a la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de mayo de 1999.

En este apartado se analizan los artículos aplicables a las empresas y la inversión en investigación y desarrollo tecnológico, su vinculación con las universidades y centros de investigación y el papel importantísimo que juegan los administradores de la tecnología.

En la LCT se señala, como una de las bases de una política de Estado, "incorporar el desarrollo y la innovación tecnológica a los procesos productivos para incrementar la productividad y la competitividad que requiere el aparato productivo nacional" (artículo 2, fracción III), en donde el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (Consejo General) es el encargado de definir dicha política de Estado (artículo 3). Finalmente, se reconoce la importancia que tiene la innovación y el desarrollo tecnológico para el país, a tal punto que se establece como una política de Estado, la que esperamos no sea una política sexenal y que no se quede nuevamente en el discurso político.

Forman parte de este Consejo General el Presidente de la República, así como los titulares de las secretarías de Relaciones Exteriores; de Hacienda y Crédito Público; de Medio Ambiente y Recursos Naturales; de Energía; de Economía; de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; de Comunicaciones y Transportes; de Educación Pública; de Salud; el Director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y el Coordinador General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (artículo 5).

[15] Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2002, entrando en vigor al día siguiente de su publicación.

Entre las facultades del Consejo General se encuentran la de "definir prioridades y criterios para la asignación del gasto público federal en ciencia y tecnología y aprobar propuestas de políticas y mecanismos de apoyo a la ciencia y la tecnología en materia de estímulos fiscales y financieros, facilidades administrativas, de comercio exterior y régimen de propiedad intelectual" (artículo 6). De igual manera, se manifiesta como principio orientador del apoyo a la actividad científica y tecnológica la promoción mediante la creación de incentivos fiscales y de otros mecanismos de fomento; además que el sector privado realice inversiones crecientes para la innovación y desarrollo tecnológico y la vinculación de la investigación con las actividades educativas y productivas (artículo 12, fracciones VII y XVI).

Asimismo, se señala que el sistema de información estará a cargo del Conacyt y será accesible al público en general, sin perjuicio de los derechos de propiedad intelectual y las reglas de confidencialidad que se establezcan (artículo 14), comprendiendo datos relativos a los servicios técnicos para la modernización tecnológica. También se prevé la posibilidad de que personas físicas y morales realicen aportaciones a los fondos, los cuales puedan ser deducibles para efectos del Impuesto Sobre la Renta (artículo 28). Esta disposición hará factible que el Conacyt cuente con fondos adicionales a los aprobados anualmente por el Congreso de la Unión.

En el capítulo VII, "De la vinculación con el sector productivo, innovación y desarrollo tecnológico", se establece que para la creación y la operación de los instrumentos de fomento, "se concederá prioridad a los proyectos cuyo propósito sea promover la modernización, la innovación y el desarrollo tecnológico que estén vinculados con empresas o entidades usuarias de la tecnología, en especial con la pequeña y mediana empresa" (artículo 40). Sin embargo, habrá que esperar a que el Consejo General defina la política de Estado para incorporar el desarrollo y la innovación tecnológica a los procesos productivos para incrementar la productividad y la competitividad.

Estímulos fiscales a la investigación y desarrollo tecnológico

Una de las formas de incentivar la inversión en investigación y en desarrollo tecnológico es a través de la política tributaria. En este aspecto, el Gobierno Federal ha otorgado una serie de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo de tecnología que casi no se utilizaron por las empresas, en parte por las restricciones aplicables para tener derecho a su obtención, por la falta de difusión de los programas, por la falta de visión de la mayoría de los empresarios que prefieren copiar o comprar tecnología extranjera en lugar de invertir en investigación y desarrollo tecnológico, y porque no existen préstamos a tasas preferenciales para dichas inversiones.

Pasaremos a analizar los estímulos fiscales que existen en la actualidad para que las empresas inviertan en investigación y desarrollo tecnológico.

Fondos destinados a la investigación y desarrollo tecnológico

En 1981 en el artículo 27 de la Ley del Impuesto Sobre la Renta (LISR)[16] se establecía la posibilidad de efectuar deducciones de hasta el 1% de los ingresos de las aportaciones a fondos destinados a investigación y desarrollo tecnológico, los que se debían realizar a través de fideicomiso irrevocable; este porcentaje se incrementó al 1.5% en 1995. En

[16] En vigor hasta el 31 de diciembre de 2001.

1997 se adicionó una regla a este artículo, en la que se señalaba que las aportaciones al fondo de investigación y desarrollo tecnológico deberían invertirse en un plazo que no excediera de dos años, contados a partir de la fecha en que se realizasen las aportaciones.

Estas aportaciones a los fondos destinados a investigación y desarrollo de tecnología, así como los destinados a programas de capacitación para empleados, se debían sujetar a ciertas reglas:

1. Las aportaciones debían entregarse en fideicomiso irrevocable de administración y tanto las aportaciones como sus rendimientos se tenían que destinar a los fines señalados y no se podía realizar ninguna otra actividad diversa para la que se constituyeron.

2. Los fondos destinados a investigación y desarrollo de tecnología no debían exceder del 1.5% de los ingresos y los de capacitación no podían exceder del 1%. El porcentaje podía incrementarse al 1.5% siempre que los programas de investigación y desarrollo de tecnología hubieran sido aprobados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (artículo 34 del reglamento del ISR).

3. Los fondos sólo podían destinarse para la adquisición de activo fijo cuando estuviesen directa y exclusivamente relacionados con los programas.

4. Las aportaciones, los rendimientos o los activos fijos adquiridos no podían disponerse para fines diversos, de lo contrario se debía cubrir el ISR respectivo (a la tasa del 35 %).

5. Las aportaciones y rendimientos debían invertirse en valores a cargo del Gobierno Federal; el plazo para realizar las inversiones no debía exceder de dos años, de lo contrario se tendría que presentar declaraciones complementarias.

6. Los rendimientos no se consideraban ingresos acumulables para efectos del ISR.

Por otro lado, el Reglamento del ISR en su artículo 33 permite la constitución de fondos destinados a la investigación y desarrollo de tecnología con las aportaciones de varios contribuyentes, los que deberán designar un representante común, debiendo comprobar a las autoridades fiscales el propósito por el cuál se constituyó el fondo.

En la nueva Ley del ISR[17] no se contemplan los fondos para la investigación y desarrollo tecnológico. Sin embargo, aquellos contribuyentes que hubiesen constituido dichos fondos deberán agotarlos antes de aplicar el estímulo establecido por el artículo 219 —el que se analiza más adelante— de la nueva Ley del ISR (artículo 2° transitorio, fracción VIII).

A su vez, la regla 3.5.22 de la Resolución Miscelánea Fiscal para 2002[18] establece que se considera como investigación y desarrollo de tecnología a "Los gastos e inversiones realizados en territorio nacional, destinados directa y exclusivamente a la ejecución de proyectos propios del contribuyente que se encuentren dirigidos al desarrollo de productos, materiales o procesos de producción, que sean técnicamente nuevos o que representen mejoramiento substancial de los ya producidos o instalados por el contribuyente".

Además, los proyectos deben contar con un calendario de experimentación, especificando su fecha

[17] Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de enero de 2002 y en vigor desde la misma fecha.
[18] Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2002, entrando en vigor el 1° de junio de 2002 y estará vigente hasta el 28 de febrero de 2003.

de terminación; de igual forma, determinar si los gastos o inversiones pueden ser financiados con los mencionados fondos, por lo que se deberá tomar en consideración lo siguiente:

a) Gastos corrientes extramuros. Son los gastos de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico contratados por los contribuyentes con universidades, institutos de educación superior, centros e institutos de investigación y tecnología y/o empresas de ingeniería y consultoría, establecidos en territorio nacional y reconocidos por el Conacyt, en cuyos contratos deberá precisarse a detalle los conceptos de gasto e inversión.

b) Las inversiones en maquinaria, equipo de laboratorio y equipo de plantas piloto experimentales, equipo de cómputo, programas de cómputo y sistemas de información especializados, equipo de transporte que sea deducible conforme a la ley del ISR —y no sea ni vaya a ser utilizado, en ningún caso, para fines de transporte, patentes— siempre que dichas inversiones sean estrictamente necesarias y estén dedicadas directa y exclusivamente al proyecto de investigación y desarrollo tecnológico.

c) Los gastos corrientes intramuros, que son los gastos que el contribuyente realice en sus propias instalaciones o en las del grupo a que pertenece, siempre que, en este último caso, no sea bajo contrato y siempre que los mismos se encuentren vinculados directa y exclusivamente al proyecto de investigación y desarrollo tecnológico, quedando comprendidas las siguientes erogaciones:

1. Sueldos, salarios y prestaciones del personal con experiencia relevante en ciencia, tecnología e ingeniería.
2. Sueldos, salarios y prestaciones del personal sin experiencia relevante en ciencia, tecnología e ingeniería, por el monto de hasta el 1.5 % del gasto total del proyecto.
3. Honorarios de consultores y expertos ligados directa y exclusivamente al proyecto referido.
4. Gastos de operación relacionados directa y exclusivamente con el proyecto de investigación y desarrollo tecnológico como son materiales de uso directo en el proyecto; energéticos, combustibles y gastos de la operación y mantenimiento de laboratorios y plantas piloto; diseños y prototipo de prueba; herramientas y dispositivos para pruebas experimentales; adquisición de programas de cómputo y sistemas de información técnica especializados; arrendamiento de activo fijo (excepto inmuebles, equipo de oficina y vehículos) dedicado directa y exclusivamente al proyecto de investigación y desarrollo tecnológico en cuestión; y acervos bibliográficos, documentales y servicios de información científica y técnica necesarios para la ejecución del proyecto de investigación y desarrollo tecnológico en cuestión.

Por otro lado, la misma regla señala que no se van a considerar como gastos e inversiones financiables con el fondo los siguientes:

a) La construcción o adquisición de oficinas, edificios y terrenos, así como maquinaria y equipo, instalaciones o laboratorios que se dediquen de manera rutinaria a la producción, comercialización y distribución de productos y servicios.

b) Los gastos de administración; servicios rutinarios de información técnica; estudios de factibilidad y de mercado; adquisición y desarrollo de programas de cómputo de rutina y gastos de sistemas de informática y comunicación, que no estén relacionados con el proyecto de investigación y desarrollo en cuestión; y actividades rutinarias de ingeniería relacionadas con la producción, mantenimiento, control de calidad, distribución y comercialización de productos y servicios.

c) Los gastos e inversiones en investigación y desarrollo tecnológico realizados fuera del terri-

torio nacional; gastos e inversiones en exploración, explotación e investigación realizados para la localización de depósitos de minerales, gas e hidrocarburos e investigación en ciencias sociales, artes o humanidades.

d) Los gastos e inversiones relacionados con la investigación realizada, una vez que la producción comercial ha comenzado; la investigación relacionada a factores de estilo, gusto, diseño, imagen, moda, entre otros; y la investigación relacionada a la adaptación del negocio existente a los requerimientos y necesidades de un consumidor o grupo de consumidores en particular.

e) La supervisión de ingeniería, e incluso en las fases iniciales de la producción; el control de calidad y la normalización del producto; la solución de problemas técnicos de procesos productivos; los esfuerzos rutinarios para mejorar la calidad de materiales, productos, procesos o sistemas; la adaptación de un sistema o proceso de producción ya existente a los requisitos específicos impuestos por un cliente o grupo de clientes; los cambios periódicos o de temporada en el diseño de materiales o productos ya existentes, equipos, procesos y sistemas propios del proceso productivo; y la planificación de la actividad productiva.

f) Los servicios legales y administrativos, incluso los relativos a la propiedad industrial o a los contratos de los mismos; actividades u operaciones relacionadas con la enseñanza, adiestramiento, capacitación y formación del personal; el diseño de programas para equipos electrónicos; y los estudios sobre organización administrativa.

g) Los pagos de derechos de autor, películas cinematográficas, grabaciones de radio y televisión; la publicidad; la adquisición de licencias, marcas y nombres comerciales, modelos de producción o procesos productivos y procedimientos industriales o comerciales.

h) Los gastos relacionados con el registro de patentes derivadas de los proyectos de investigación y desarrollo de tecnología.

i) Los gastos por la adquisición o por el uso o goce temporal de dibujos, modelos, planos y fórmulas no vinculados directa y exclusivamente con el proyecto de investigación y desarrollo de tecnología.

j) Cualquier otra actividad que no incorpore nuevas tecnologías; la construcción de todo tipo de instalaciones y equipos, incluidas la ingeniería de diseño, la instalación y montaje de equipos e instalaciones y la creación de materiales o productos.

k) Los gastos por estudio de impacto ambiental y obtención de permisos para cumplir con la regulación ambiental.

Estímulo fiscal para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico

En 1998 se adicionó a la Ley del ISR el artículo 27-A (vigente solamente en ese año), en el que se otorgaba a los contribuyentes un crédito fiscal del 20%. Este crédito se determinaba aplicando el porcentaje señalado a los gastos e inversiones adicionales que se realizaran en el ejercicio con relación al promedio de inversiones realizadas en los tres ejercicios anteriores y siempre que dichas erogaciones no se financiaran con los fondos previstos en el artículo 27. El artículo 27-A se derogó a partir de 1999, incluyéndose el estímulo en el artículo 15 de la Ley de Ingresos de la Federación.

Para el año de 2001 la Ley de Ingresos de la Federación contemplaba en su artículo 15, fracción

IX, un estímulo fiscal en el ISR por 500 millones de pesos por repartir entre todos los participantes, por los proyectos en investigación y desarrollo que se realizasen. Este estímulo consistía en aplicar un crédito fiscal por los gastos e inversiones adicionales en investigación y desarrollo de tecnología que se llevaran a cabo en el ejercicio (estas inversiones no debían financiarse con los fondos señalados en el artículo 27). Las reglas para la obtención de este estímulo fueron tan complicadas que pocas empresas participaron y menos aún fueron las que lo obtuvieron; desde luego la pequeña y mediana empresa hasta ese año no los había obtenido.[19]

El crédito fiscal era del 20% sobre la diferencia que resultase de restar al monto de las inversiones y gastos en investigación y desarrollo del ejercicio 2001 el monto total promedio actualizado de las inversiones y gastos realizados en los ejercicios de 1999 y 2000, siempre que el primer monto fuese mayor que el segundo.

El 13 de diciembre de 2001 el Ejecutivo expidió un Decreto, publicado en el Diario Oficial de la Federación, por el que se adicionaba a la Ley del ISR con el artículo 163, en el que se modificaba el procedimiento para determinar el crédito fiscal. Así, este crédito a partir del ejercicio de 2001 se incrementó al 30% aplicándose directamente a los gastos e inversiones en investigación y desarrollo tecnológico en lugar de aplicar el porcentaje establecido en 2000; es decir, sobre el incremento en erogaciones con relación a los dos ejercicios anteriores.

El 21 de diciembre de 2001 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las reglas para aplicar el estímulo, las que se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Se establece un comité interinstitucional para aplicar el estímulo, integrado por el Conacyt, la Secretaría de Economía, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Educación Pública.
2. El estímulo se otorga sobre los gastos e inversiones en proyectos de: i) desarrollo de productos, ii) materiales y procesos de producción, iii) investigación y desarrollo de tecnología y no deben ser financiados con el fondo que se establecía en el artículo 27 de la Ley del ISR en vigor hasta el 31 de diciembre de 2001.
3. El Comité está facultado para negar el estímulo u otorgar un monto menor al solicitado.
4. El estímulo fiscal se puede aplicar contra el Impuesto Sobre la Renta o el Impuesto al Activo, pudiendo acreditarlo (actualizado) en ejercicios subsecuentes hasta agotarlo.
5. Los contribuyentes interesados en obtener el estímulo deben presentar su solicitud al Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (que para el año de 2001, por única ocasión, el plazo venció el 13 de febrero de 2002).
6. Registrar en México o en el extranjero a su nombre aquellos avances e innovaciones patentables que surjan de los proyectos beneficiados. Por otro lado, el derecho de explotación no podrá ser enajenado por debajo de su precio de mercado durante la vigencia de la patente.

Las reglas generales para la aplicación del estímulo fiscal establecen que los gastos e inversiones elegibles son aquellos relacionados directa y exclusivamente con el desarrollo y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, orientados al desarrollo de productos, materiales y/o procesos de producción que representen un avance científico o tecnológico. Los gastos e inversiones que pueden ser considerados para otorgar el estímulo son:

[19] Cabe mencionar que este estímulo fue el mismo para el ejercicio fiscal de 2000. Para el segundo semestre de 2000 sólo dos grandes empresas (General Motors y Grupo Carso) recibieron el estímulo ascendiendo a un monto de 8,455,168.00. Cfr. Diario Oficial de la Federación, 22 de diciembre de 2000. Lo anterior pone de manifiesto dos problemas: a) el poco interés que existe en las empresas mexicanas por invertir en investigación y tecnología, y b) éste estímulo sólo es aprovechado por las grandes empresas.

1. Gastos corrientes por servicios externos. Los servicios tecnológicos contratados en territorio nacional, de relevancia directa a la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.
2. Inversiones. En maquinaria, equipo de laboratorio, equipo de plantas piloto experimentales, equipo de cómputo, software, sistemas de información especializados y patentes.
3. Gastos corrientes internos en los que el contribuyente incurra.

Se requería autorización del Comité Interinstitucional[20], el cual daría a conocer las reglas generales con que operaría, así como los sectores prioritarios susceptibles de obtener el beneficio, las características de las empresas y los requisitos adicionales que debían cumplir para poder solicitar el beneficio a más tardar el 31 de marzo de 2001.

Como se dijo anteriormente para el año de 2001 este estímulo estaba limitado a 500 millones de pesos por repartirse entre todos los aspirantes, los que debían sujetarse a los criterios que estableciese el Comité Intersecretarial. Pero las reglas para la obtención de este estímulo eran tan complicadas que pocas fueron las empresas que participaron y menos las que lo obtuvieron; desde luego la pequeña y mediana empresa hasta ahora no lo ha obtenido.

El Comité debía publicar a más tardar el último día de los meses de julio y diciembre de 2001, el monto erogado, las empresas beneficiadas y los proyectos por los que fueron merecedoras del estímulo.

El 14 de junio de 2001 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el monto del estímulo fiscal otorgado en el 2001, que ascendió a la cantidad de 415,686,7858.94; del total de empresas a las que se les otorgó, 144 fueron beneficiadas, las cuales son grandes empresas y algunas de ellas transnacionales y de diferentes sectores económicos. En este grupo de empresas, la relación de Pareto quedó rebasada dado que menos del 10% de las empresas obtuvieron el 50% del monto total destinado al estímulo fiscal.[21]

Estímulo fiscal por gastos e inversiones en investigación y desarrollo tecnológico establecidos en la nueva Ley del Impuesto Sobre la Renta

La nueva LISR (en vigor a partir del primero de enero de 2002) ya no incluye la posibilidad de deducir las aportaciones a los fondos destinados a investigación y desarrollo tecnológico.

En el artículo 219 se conserva el estímulo fiscal por los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, consistente en un crédito del 30% que se restará del Impuesto Sobre la Renta a su cargo.

Para efectos de la LISR, se considera investigación y desarrollo de tecnología "los gastos e inversiones en territorio nacional, destinados directa y exclusivamente a la ejecución de proyectos propios del contribuyente que se encuentren dirigidos al desarrollo de productos, materiales o procesos de producción, que representen un avance científico o tecnológico" (artículo 219).

En el artículo 17 fracción IX de la Ley de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal de 2002 se

[20] El Comité está integrado por un representante del CONACYT, uno de la SECOFI (hoy Secretaría de Economía), uno de la SHCP y uno de la SEP; este comité debe dar a conocer en el mes de marzo, las reglas generales con que operará dicho Comité.

[21] Dentro de las empresas más beneficiadas se encuentran: Vitro Corporativo, S.A. de C.V. con 8 proyectos obteniendo el 3.11%; Motorola de México, S. A. de C.V., con 32 proyectos, el 2.37%; Hylsa, S.A. de C.V., con 23 proyectos, el 2.87%; Controladora General Motors, S.A. de C.V., con 12 proyectos, el 7.79%; Hewlett Packard de México, S.A. de C.V., con 5 proyectos, el 1.10%; Alestra, S. de R.L. de C.V., con 8 proyectos, el 8.32%; Nemak, S.A., con 4 proyectos, el 5.20%; e Híbridos Pioneer de México, S.A. de C.V., con 3 proyectos, el 2.89%.

establece el monto del estímulo en 500 millones de pesos (la misma cantidad que se estableció para el año de 2001). En el mencionado artículo se señala que el Comité Interinstitucional deberá dar a conocer a más tardar el 31 de marzo de 2002 las reglas generales con que operará dicho Comité. Hasta el momento no se han publicado dichas reglas, pero como las publicadas el 21 de diciembre de 2001 no han sido derogadas son las que se deben aplicar. Como se había mencionado anteriormente, en la sección V de la Ley de Ciencia y Tecnología se señala que para la aplicación del estímulo fiscal señalado en el artículo 219 de la Ley del ISR se constituirá un Comité Interinstitucional, que dará a conocer a más tardar el 31 de marzo de cada año las reglas generales con que operará dicho Comité, así como los sectores prioritarios susceptibles de obtener dicho beneficio, las características de las empresas y los requisitos adicionales que deberán cumplir para poder solicitar el estímulo, debiéndose publicar a más tardar el último día de los meses de julio y diciembre el monto erogado durante el primero y segundo semestres, las empresas beneficiadas y los proyectos merecedores del estímulo (artículo 29).

Si bien es cierto que la LCT señala que se darán a conocer a más tardar el 31 de marzo las reglas para obtener el beneficio fiscal, también lo es que la Ley se publicó el 5 de junio, quedando pendiente la publicación de dichas reglas o en su defecto seguir aplicando las reglas publicadas para aplicar el estímulo en el año 2001 y que no han sido derogadas. Sin embargo, hay que aclarar que las reglas van más allá de lo que menciona la LCT; no obstante, en dichas reglas no se encuentran definidos los sectores prioritarios elegibles para la obtención del estímulo.

Consideraciones finales

El desarrollo de las innovaciones exitosas, como proceso, es complejo y requiere de profesionistas con conocimientos generales en diferentes disciplinas, entre las que se encuentran las ingenierías, la economía, la administración, el derecho y las contribuciones fiscales, entre otras; conocimientos que deberán estar orientados por las estrategias organizacionales para buscar y lograr la innovación.

Las empresas logran su ventaja competitiva y beneficios económicos en gran medida como resultado de la innovación —que redundarán en la generación de mayor riqueza y fuentes de empleo—, permitiéndoles, además, sobrevivir y prosperar en entornos turbulentos.

A pesar de que en los planes nacionales de desarrollo del gobierno mexicano se ha establecido como política prioritaria la investigación y desarrollo tecnológico, poco se ha avanzado al respecto. Dentro de los países de la OCDE, México es el que menos invierte en investigación y desarrollo, el número de patentes registradas es muy bajo y el resultado de su balanza de pagos de tecnología resulta deficitaria.

Derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 se promulga la Ley de Ciencia y Tecnología, la que establece como política de Estado incorporar el desarrollo y la innovación tecnológica a los procesos productivos para incrementar la productividad y la competitividad que requiere el aparato productivo nacional; y el Consejo General será el encargado de aprobar propuestas de políticas y mecanismos de apoyo a la ciencia y tecnología en materia de estímulos fiscales y financieros, de facilidades administrativas, de comercio exterior y régimen de propiedad intelectual.

La existencia de políticas gubernamentales bien estructuradas que estén orientadas a la investigación y desarrollo tecnológico proporcionan ciertas facilidades a la organización para lograr innovaciones exitosas; sin embargo, la política gubernamen-

tal de apoyo al desarrollo e innovación tecnológica no contempla como elemento incluyente a la administración en el desarrollo, a la asimilación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico o a la generación de la innovación; además de manera expresa elimina los gastos e inversiones realizados en investigación en ciencias sociales, artes o humanidades como elementos por considerar en los estímulos fiscales.

Aunado a lo anterior, por avance tecnológico sólo incluye el desarrollo de productos, materiales o procesos de producción sin considerar a la estructura organizacional y sus interrelaciones en la empresa; tampoco son susceptibles de apoyo los gastos e inversiones relacionadas con la investigación realizada una vez que la producción comercial ha comenzado, así como la investigación relacionada a factores de estilo, gusto, diseño, adaptación del negocio existente a los requerimientos y necesidades de un consumidor o grupo de consumidores en particular.

Todo esto es determinante ya que las posibles innovaciones graduales también quedan fuera del alcance de estos estímulos, pues por definición los esfuerzos rutinarios para mejorar la calidad de materiales, productos, procesos o sistemas no son susceptibles de dicho apoyo.

Es decir, el apoyo, ya de por sí escaso, se restringe a las innovaciones radicales, mismas que en su mayoría sólo pueden desarrollarse por las empresas grandes que cuentan con los especialistas necesarios para su desarrollo, quedando así estos estímulos fiscales fuera del alcance de las medianas y pequeñas empresas mexicanas.

Por otra parte, cuando se desea hacer uso de los instrumentos fiscales su dificultad hace evidente la necesidad de definir lo que se debe entender por innovación y desarrollo tecnológico, entre otros conceptos, además de explicar de manera clara el objetivo que persigue la política gubernamental en el área de ciencia y tecnología, ya que en realidad, más que orientar al desarrollo tecnológico hacia las innovaciones, lo que hace es propiciar el desarrollo de un sentimiento de desconsuelo, por parte de los empresarios, ante estas herramientas, ya sea por no entenderlas, por no poder acceder a ellas o porque están fuera de su alcance a pesar que la Ley de Ciencia y Tecnología señala que se concederá prioridad a la pequeña y mediana empresa.

El Dr. Jorge Niosi de la Universidad de Québec[22] asegura que en Canadá el programa de crédito fiscal es el instrumento del Estado más importante para promover la innovación tecnológica en las empresas donde el Estado asume el papel de inversionista con capital de riesgo. De no entender esta posición en nuestro país, la herramienta del crédito fiscal no pasará de ser un elemento independiente del sistema tecnológico.

Se requieren más estímulos fiscales, sobre todo en lo referente al Impuesto al Valor Agregado y los Impuestos al Comercio Exterior para la investigación y desarrollo tecnológico; también se requieren financiamientos baratos, capitales de riesgo y fondos del Gobierno Federal.

Por último, es importante hacer hincapié en que el origen y catalizador básico de las innovaciones en las organizaciones es la existencia de una estrategia que contemple su sistema tecnológico y la administración del mismo como responsable directo de las innovaciones y, por ende, de la competitividad organizacional.

[22] Conferencia impartida en la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM en junio de 2002.

Bibliografía

BRIGHT, J. R, "Some management lessons from technological innovation research", en *Managing Innovation and entrepreneurship in technology based firms*, John Wiley & Sons, Nueva York, 1994.

DESSLER , Gary, *Organización y administración*, Prentice-Hall, México, 1979.

Diario Oficial de la Federación, México (diferentes números).

FERNÁNDEZ, Sánchez E. y Zulima Fernández, *Manual de dirección estratégica de la tecnología,* Ariel, Barcelona, 1989.

GAYNOR, Gerard, *Manual de gestión en tecnología*, Mc Graw-Hill, Bogotá, 1999.

GIRAL, José y Sergio González, *Tecnología apropiada*, Alhambra, México, 1980.

Ley de Ciencia y Tecnología, México

Ley de Ingresos de la Federación para los ejercicios de 1999 a 2002, México

Ley del Impuesto sobre la Renta para los años de 1981 a 2002, México

MAGNET, Myron, "Meet the new revolutionaries", en *Fortune*, vol. 125, núm. 4, febrero 24, Suiza,1992.

MACHADO M., Fernando, "Administración eficiente de la innovación tecnológica en los países en desarrollo", en *Comercio Exterior,* vol. 48, núm. 8, México, agosto de 1998, pp.607-616.

MARQUIS, Donald G., "The anatomy of succesful innovations", *Technical Report*, vol. 69, núm. 17, National Science Foundation, 1969.

MILLER, William L. y Langdon Morris,*Fourth generation R&D, managing knowledge, technology and innovation*, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York, 1998.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT,*OECD in figures: Statistics on the member countries*, París, 2001

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO, *Desarrollo regional y política estructural en México*, Paris, 1997.

———— *Desarrollo regional y política estructural en México*, París, 1997.

PACEY, Arnold, *La cultura de la tecnología*, Fondo de Cultura Económica, México, 1990.

ROBBINS, Sthepen, *Administración teoría y práctica*, Prentice-Hall, México, 1987.

ROBERTS, Edward B., "Generating technological innovation", en *Manual de Gestión en Tecnología*, Gerard Gaynor (coordinador), Mc Graw Hill, 1999.

SCHEDER, Brenton R., "How sony keeps the magic going", en *Fortune*, vol. 125, num. 4, febrero 24, Suiza, 1992.

SCHOROEDER, Roger G.,*Administración de operaciones*, Mc Graw Hill, México, 1988.

THAMHAIN, Hans J., "Manejo de la innovación basada en la tecnología", en *Manual de gestión en tecnología*, Gerard Gaynor (coordinador), Mc Graw Hill, Colombia, 1999.

VALDÉS HERNÁNDEZ, Luis Alfredo, "La administración de la tecnología en las organizaciones", en *Memorias XVI Simposio Nacional de Pesquisa de Administracao em C&T*, Río de Janeiro, octubre 1991.

——————— "El sistema tecnológico en las organizaciones y su administración", en *Contaduría y Administración*, núm. 191, octubre-diciembre 1998.

——————— "Una Aproximación al Concepto de Administración de la Tecnología", en *Memorias XXIV Asamblea de Cladea*, celebrado en Lima, septiembre 1991.

——————— *La ciencia y la tecnología, usos y restricciones en los países en desarrollo, el caso de la transferencia de tecnología de Zinalco*, tesis de maestría Administración (Organizaciones), UNAM, FCA, 1987.

WAISSBLUTH, M., e I. Gutiérrez, "Elementos para una estrategia de desarrollo científico y tecnológico", en *Administración de proyectos de innovación tecnológica,* Fernando Machado, Gernika, México.