



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**ABATIR EL REZAGO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO  
ECONÓMICO DE MÉXICO**

**T E S I S**

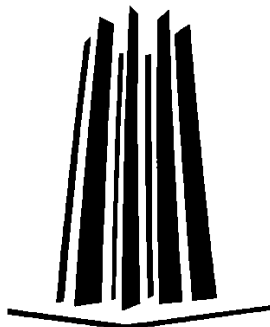
**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**P R E S E N T A N:**

**LUCERO ABIGAÍL FERNÁNDEZ MONTOYA**

**FERNANDO ANTONIO LÓPEZ JIMÉNEZ**



**ASESOR:  
DR. JAIME LLANOS MARTÍNEZ**

**MÉXICO**

**2015**



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.

*“En mi país somos miles y miles  
de lágrimas e ideales,  
un puño y un canto vibrante,  
una llama encendida, un gigante  
que grita: ¡Adelante...!”*  
**Adagio en mi país**  
**Alfredo Zitarrosa**



El Zócalo de la Ciudad de México. Septiembre, 2012.

**¡Adelante...!**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi mamá Rebeca Montoya y a mi papá Florencio Fernández**

A ustedes les estaré toda la vida agradecida, por brindarme todo el amor y el apoyo necesario para culminar mi carrera, me han dado uno de los mejores regalos; la educación, sin ustedes y sus esfuerzos diarios, esto no habría sido posible, gracias por ver por mí desde el momento que supieron de mi existencia y por seguir haciéndolo hasta el día de hoy, los amo con todo el corazón y estoy muy orgullosa de las personas que Dios me regalo como padres.

### **A Erick y a Ruth**

Por creer en mí, por demostrarme a cada momento que soy indispensable en sus vidas, por recorrer este camino a mi lado y por apoyarme en los momentos más crudos, pues es ahí donde los he encontrado irremplazables, ustedes son mi motor para seguir superándome día con día, y por supuesto para ofrecerles un mejor México.

### **A Jaime Llanos**

Por ser uno de los mejores profesores que tuve la suerte de tener en toda la carrera, sus clases y sus consejos me ayudaron a formarme como profesionista y como persona. Por su apoyo, este proyecto por fin ha llegado a su última etapa y en verdad no hay palabras de agradecimiento para la invaluable ayuda que nos proporcionó. Usted siempre será parte elemental de este trabajo.

### **A Diana Hernández**

Por cuidarme en mis momentos de aflicción, llegué a ti temerosa y me devolviste al mundo íntegra y llena de fortaleza. Admiro tu paciencia y el hecho de que moralmente para ti, siempre fui una prioridad, gracias por llegar conmigo a este momento y por ser la personificación de la verdadera amistad. Te adoro.

### **A Fernando López**

Mi maravilloso compañero, te agradezco porque en ti encontré el amor y el apoyo para poder terminar no solo este proyecto sino muchos más. A tu lado he crecido de todas las maneras posibles. Me enseñaste tu forma tan peculiar de ver el mundo, y despertaste en mí una parte que me ha sensibilizado a un grado que sería imposible creer. Esta tesis es el símbolo representativo del gran esfuerzo que pusimos para formarnos como profesionistas y también como prueba de que estando juntos podemos lograr grandes cosas. Te amo con el alma entera y te admiraré siempre.

**Abigail**

### **A mi Madre Concepción y a mi Padre Juan**

Por haberme apoyado incondicionalmente en cada una de las decisiones que he tomado, procurando siempre lo mejor para mí y nuestra familia. Por haberme enseñando el camino más adecuado para alcanzar mis metas y sobretodo porque sin su trabajo y sacrificio no habría podido terminar mis estudios.

### **Para el Profesor Jaime Llanos**

Por las valiosas enseñanzas que me proporcionó en las materias de Estadística y Econometría, en las cuales concebí mis primeras ideas de poner las técnicas cuantitativas al verdadero servicio de las masas y por sus aportaciones en la elaboración de este trabajo.

### **A mis amigos de Redes Universitarias**

Especialmente a Karina Mendoza y Manuel Otero, por su cálida amistad y gratas enseñanzas, particularmente por hacerme comprender que con paciencia y organización todo se alcanza. Gracias Redes, por invitarme a soñar que esta realidad puede cambiar.

### **Para Araceli y Gustavo**

Por brindarme una amistad fraterna y sincera, llena de reflexiones, canciones y valiosas experiencias que me han permitido ser una mejor persona. En suma, por haber provocado un gran cambio en mi actitud frente a la vida.

### **Para Abigail**

Por haber aceptado hacer esta investigación conmigo y el excelente trabajo que realizaste. Por haberme enseñado infinidad de cosas y por todo el apoyo que me has brindado en estos años. Pero te agradezco por encima de todo porque eres la mejor persona que pude haber encontrado. Porque ha sido una dádiva maravillosa poder compartir mis sueños contigo y poder encontrar en ti los motivos suficientes para luchar por la vida y por nosotros.

¿Cómo no iba a estar yo agradecido a mi vida entera por haberte conocido?

### **Pero sobretodo, mi más sincero agradecimiento al pueblo de México.**

Por haberme dado la oportunidad de culminar mis estudios escolares financiados con los recursos provenientes de su trabajo diario, con lo cual me siento motivado para retribuir con mi formación científica a las causas más justas de la clase trabajadora. Hoy, más firmemente que antes, veo que nuestro sueño de impulsar un cambio verdadero en México está cada vez más cerca. Con el arma de la ciencia, el arte y la esperanza, poco tiempo pasará para ver el sol del pueblo alumbrando mi tierra.

*Venceremos con la fuerza de un glaciador...*

**Fernando**

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO 1. Teoría del Desarrollo Económico .....	11
1.1 Principales posturas sobre el Desarrollo Económico .....	12
1.1.1 El desarrollo y el crecimiento económico .....	12
1.1.2 Whitman Rostow y las etapas del desarrollo.....	14
1.1.3 El enfoque Neoclásico .....	15
1.1.4 La teoría de la CEPAL .....	19
1.2 La Teoría de la dependencia .....	20
1.2.1 La Teoría de la dependencia y la CEPAL.....	22
1.2.2 Dependencia tecnológica.....	25
1.3 Desarrollo Sustentable .....	28
1.3.1 Objetivos y estrategias del Desarrollo sustentable .....	30
1.3.2 Desarrollo sustentable en México .....	34
1.3.3 Desarrollo sustentable y su relación con la ciencia y la tecnología. ....	35
CAPÍTULO 2. Investigación científica y desarrollo económico .....	37
2.1 México y la industrialización .....	38
2.1.1 El período revolucionario .....	41
2.1.2 El “Milagro Mexicano” .....	44
2.1.3 Un nuevo paradigma de industrialización.....	48
2.2 El rezago en Ciencia y Tecnología en México 1980-2014 .....	52
2.2.1 Sexenio de Miguel de la Madrid Hurtado .....	52
2.2.2 Sexenio de Salinas de Gortari.....	56
2.2.3 Sexenio de Ernesto Zedillo Ponce de León.....	58
2.2.4 Sexenio de Vicente Fox Quesada.....	60
2.2.5 Sexenio de Felipe Calderón Hinojosa .....	62

2.3 Alcance de las políticas para el desarrollo científico y tecnológico en México .....	66
2.3.1 Gasto Federal en Ciencia y Tecnología, Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental y Acervo de Recursos Humanos .....	67
2.3.2 Los actuales instrumentos de medición .....	83
2.3.3 Ciencia, tecnología e innovación en la agricultura mexicana .....	88
2.3.4 El índice de Desarrollo Humano.....	91
2.3.5 La ciencia y su importancia en otros ámbitos. ....	93
CAPÍTULO 3. Investigación científica y tecnológica en la actualidad.....	94
3.1 Ciencia, Tecnología e Innovación en el contexto internacional.....	94
3.1.1 Ciencia, Tecnología y Desarrollo Económico en América Latina.....	94
3.1.2 Ciencia, Innovación y Desarrollo Económico en Asia.....	104
3.1.3 Ciencia en Estados Unidos y la Unión Europea .....	109
3.2 Inversión Pública Federal .....	115
3.3 Programa Especial de Ciencia y Tecnología e Innovación 2014-2018 .....	117
3.3.1 Diagnóstico .....	120
3.3.2 Alineación a las Metas Nacionales.....	129
3.3.3 Objetivos, estrategias y líneas de acción .....	132
3.3.4 Indicadores .....	138
3.4 Perspectivas para el Desarrollo científico y tecnológico en México. ....	148
CONCLUSIONES .....	149
BIBLIOGRAFÍA.....	152

## INTRODUCCIÓN

Uno de los temas más recurrentes dentro de la literatura económica es el *Desarrollo Económico*. Y es precisamente, una de las interrogantes que muchos economistas han tratado de responder: ¿cómo propiciar el Desarrollo Económico de un país?

La pregunta no es fácil, por lo tanto la respuesta es complicada. Sin embargo, estamos convencidos de que una estrategia viable para impulsar este Desarrollo en nuestro país debe incluir *necesariamente* una política orientada a impulsar el desarrollo científico y tecnológico de México. De tal forma, la finalidad del presente trabajo es demostrar que un modelo de políticas públicas que considere los alcances de la Ciencia mexicana es la base fundamental de un eventual Desarrollo Económico del país.

Resultan indudables los beneficios a mediano y largo plazo que conllevarían el poner a la Educación y la Ciencia como prioridad nacional. En tal sentido, la pregunta sería: ¿por qué no se implementa? Porque evidentemente existen otras prioridades, que a la postre resultan insuficientes para lograr el Crecimiento y Desarrollo Económico. No obstante, conviene atender a la puesta en práctica de países, con condiciones socio-económicas similares a la nuestra, de políticas económicas orientadas a utilizar el desarrollo científico como instrumento productivo para el crecimiento económico. Pero no solamente el crecimiento: las repercusiones de un alto grado de avance tecnológico en la sociedad son tan favorables que inciden directamente en el Índice de Desarrollo Humano.

En un mundo dinámico, en donde la condición socio-económica de nuestro país se ve seriamente rezagada, se tiñe de imperiosa necesidad delinear un proyecto que considere la importancia de la Ciencia, Tecnología e Innovación dentro del Crecimiento y Desarrollo económico.

De esta manera, la estructura de nuestro trabajo está determinada por tres capítulos: en el primero revisamos de manera sintética las principales teorías del desarrollo que se han concebido hasta la fecha con la finalidad de nutrirnos del marco teórico que concierne al tema desde distintas posturas, inclusive ideológicas, de tal forma que podamos diseñar una propuesta de desarrollo económico que se sustente en la bibliografía que aquí presentamos.

En el segundo capítulo se estudia el proceso histórico de la Industrialización en México y a la par del desarrollo de la Ciencia y Tecnología en nuestro país. Así



mismo, destacamos la importancia que tienen las políticas en relación a este desarrollo basándonos en los indicadores de políticas públicas para el desarrollo científico y tecnológico del país. Cabe destacar que para poder dar una línea de acción más acertada en torno al rumbo que debe tomar nuestra nación en materia tecnológica, el análisis estuvo orientado a exponerse por periodo gubernamental, es decir que se tomaron en cuenta diversos elementos que son característicos de un periodo presidencial, estos engloban el diagnóstico, las estrategias planteadas desde inicio del periodo, la ruta de acción que llevo a cabo el gobierno, la inversión, el gasto en investigación y desarrollo experimental y por supuesto los resultados generados en acervo de recursos humanos con respecto a la investigación tecnológica, claramente estos datos e indicadores se establecen en los informes generales de estado con relación a la ciencia, la tecnología y la innovación, que posteriormente también fueron objeto de análisis ya que eran las únicas muestras hasta el 2012, que daban un panorama medianamente convincente de cuanto era el grado de avance en cuestión de desarrollo tecnológico y científico.

Este capítulo sin duda es crucial para dar fe de cuáles podrían ser los alcances efectivos al implementar políticas eficientes que repunten para el desarrollo económico y social de México, la mayoría de críticos especialistas puede aseverar que viviendo en un país considerado como “economía subdesarrollada” el verdadero problema es la corrupción y el desvío de fondos que van orientados hacia la educación, la infraestructura y a todos los rubros que interfieren en el mecanismo de desarrollo, pero no se toma en cuenta lo primordial que resulta la forma en se plantea una estrategia y su respectivo progreso desde los primeros signos de avance, porque en general la raíz de las complicaciones sugiere que vienen encaminadas desde la perspectiva que se tenga del estancamiento y su manera de abordarlo, este apartado despliega esas rúbricas descubriendo que hay diversas inconsistencias que van ligadas a lo poco realistas que son las líneas de acción sacando recursos y estableciendo indicadores que están lejos de medir un verdadero impacto en materia de ciencia y tecnología.

En el tercer capítulo analizamos las experiencias de otros países al involucrar directamente el desarrollo científico dentro de sus políticas económicas, destacando los casos más importantes de América Latina y el Caribe. En este mismo apartado involucramos la inversión pública federal y su repercusión actual, examinamos también las políticas que hoy por hoy está desempeñando el Gobierno Mexicano en relación a la Ciencia y Tecnología a través del *Programa Especial de Ciencia y Tecnología e Innovación 2014-2018*, atendiendo al desarrollo histórico de las mismas y a la coyuntura nacional e internacional, este último documento aporta nuevos

elementos de medición y enfatiza la prioridad del papel que cumple un desarrollo tecnológico eficiente, agrupa las fortalezas y los logros que ha tenido el país, y los retoma como punto de partida para afirmar que se puede crecer de manera sostenida.

Es importante señalar que este programa da las perspectivas a corto y largo plazo de lo que se quiere alcanzar, aumentando la inversión y cambiando parcialmente el esquema de evaluación, prácticamente estamos en medio de un nuevo proceso de transformación que exige resultados inmediatos, no tanto por el mero capricho de cambiar de administración y gobierno sino porque es una necesidad que México requiere desde décadas pasadas.

No pretendemos poner punto final en un sólo enfoque para el desarrollo científico y tecnológico, sino reflexionar de modo objetivo lo que está sucediendo con nuestro país. De antemano sabemos que el camino que queda por recorrer hasta alcanzar la meta es largo, sobre todo por los múltiples factores que intervienen, que no son exclusivamente de índole económico sino que engloban todas las áreas de desarrollo que igualmente demandan atención y prioridad. Sin embargo, creemos que esta investigación puede ser de valiosa utilidad para abrir la discusión en torno al camino que debemos optar para alcanzar el desarrollo tantas veces prometido y siempre negado.

Sin duda, este es el tema que más nos inquieta como estudiantes de la ciencia económica: la importancia del uso del conocimiento para generar valor agregado se traduce hoy más que nunca en la brecha entre los países desarrollados y subdesarrollados. La llamada *Economía del conocimiento* o *Economía basada en el conocimiento* supone precisamente la utilización del conocimiento en sectores intangibles de la economía, tales como educación, investigación, TICS (Tecnologías de la información y comunicación), entre otros, que han permitido grandes cambios sobre las actividades económicas, sociales y políticas. De esta manera, la Economía basada en el conocimiento no sólo se centra las aplicaciones de las nuevas tecnologías en educación y formación de mano de obra cualificada: es también la inversión de las grandes empresas en mejorar sus métodos de producción; los laboratorios de las farmacéuticas invirtiendo en la búsqueda de curas para enfermedades, así como las fabricantes de alimentos o de equipo de computación que también se basan en la investigación para competir a nivel internacional, por mencionar unos cuantos sectores.

Sostenemos que no es un tema patrimonio exclusivo de los economistas, pero nuestra esperanza es alentar a descubrir los causas de la reflexión y acción para que

se incluya de manera puntual a la ciencia y tecnología dentro de los debates económicos y mayormente como motor para el desarrollo económico y social de México.

## **CAPÍTULO 1. Teoría del Desarrollo Económico**

En este capítulo se explicarán las principales teorías que se han formulado en torno a la cuestión del Desarrollo Económico de acuerdo a los diferentes enfoques del pensamiento económico, para ello se comenzará por precisar algunas nociones sobre el concepto de Desarrollo y su relación con la concepción del Crecimiento.

De acuerdo con Reyes (2007), “se entiende como desarrollo, la condición de vida de una sociedad en la cual las necesidades auténticas de los grupos y/o individuos se satisfacen mediante la utilización racional, es decir sostenida, de los recursos y los sistemas naturales. Para ello se utilizarían tecnologías que no se encuentran en contradicción con los elementos culturales de los grupos involucrados. Este concepto integra elementos económicos, tecnológicos, de conservación y utilización ecológica, así como lo social y político. La esfera de poder, dentro del contexto social se hace necesaria como forma organizativa y de cohesión legítima, legal y funcional dentro de grupos sociales y como instancia de toma de decisiones entre individuos”.

Dentro de esta definición, podemos analizar los alcances del Desarrollo no sólo para el ámbito económico, sino también político, social y sustentable. Una forma de constatar el grado de desarrollo dentro de un país es la repercusión de las políticas llevadas a cabo en correspondencia a las necesidades de la población. Esta relación implica necesariamente una mayor integración social y económica de los sectores ubicados dentro de los límites de la marginalidad, lo cual conlleva a su posibilidad de acceso a los servicios sociales y a la participación social activa. En primera instancia, para lograr una mayor integración social de los sectores más desfavorecidos de la población, se debe realizar un proceso que permita a dichos sectores una mayor capacidad de incorporación a los sistemas de educación básica, media-superior y superior; así como a la satisfacción de las necesidades generales que conciernen a todos los sectores de la población, en términos de alimento, vivienda, vestido, salud y seguridad. De esta manera, en la participación social activa se lleva a cabo una profundización de las relaciones sociales que permitan garantizar la satisfacción de dichas necesidades en torno a la toma de decisiones.

## **1.1 Principales posturas sobre el Desarrollo Económico**

La teoría y la práctica del desarrollo han evolucionado enormemente desde su nacimiento en la segunda mitad de siglo XX. La preocupación fundamental de la teoría del desarrollo se sustenta con base en las cuestiones de la economía clásica y trata de explicar por qué algunos países siguen siendo pobres y qué factores explican las diferencias tan enormes de renta que se observan en la actualidad entre regiones y países. La teoría del desarrollo se centra así en factores estructurales de largo plazo más que en factores de tipo coyuntural.

### **1.1.1 El desarrollo y el crecimiento económico**

Las primeras formulaciones teóricas sobre el tema del Desarrollo Económico en los países industrializados de la primera mitad del Siglo XX no diferenciaban de manera sustancial aspectos clave entre desarrollo económico y crecimiento económico. La concepción que tenían sobre el desarrollo era que a largo plazo se generarían las condiciones suficientes para la consecución del Crecimiento Económico y lo contrario al mismo tiempo, traducido en un mejoramiento sustancial de los indicadores de bienestar social. De esta manera, los trabajos se interesaron en un principio en indagar en cuáles son los determinantes del crecimiento.

Posteriormente, se elaboraron estudios que distinguían fehacientemente entre crecimiento y desarrollo que implicaban la idea de que el desarrollo no podía lograrse sin el crecimiento, pero una política de desarrollo además debía ocuparse igualmente de reducir las desigualdades y de satisfacer las necesidades fundamentales de la población.

El 20 de enero de 1949, durante su posesión como presidente de Estados Unidos, Harry Truman plantea la necesidad de implementar políticas de desarrollo para que los países menos avanzados alcancen el bienestar económico y cultural de occidente. Es así como el “desarrollo” cobra relevancia y gracias a su enorme capacidad de expectación a mediano y largo plazo, lo que implicaba una delineación sistemática de las políticas que debían adoptar para alcanzar dicho fin. El binomio “desarrollo/subdesarrollo” se concibió como la idea de una continuidad sustancial: el estado de subdesarrollo no es el inverso de desarrollo, sino su forma inacabada o embrionaria, la aceleración del crecimiento económico aparece entonces como el

único método capaz de acompañar la diferencia. Seducidos por este discurso, los países del tercer mundo adoptan la ilusión del crecimiento económico como tendencia universal de su proceso “civilizador”. Tras el discurso de Truman automáticamente los países de Asia, África y América Latina se convierten en “subdesarrollados” (Jurado, 2005)

Tras la Segunda Guerra Mundial, las necesidades de recuperación económica impulsaron políticamente la Teoría del Desarrollo. En esta coyuntura, resultaba necesario entender cómo producir el “despegue económico” para generar un desarrollo sostenido que reactivara la economía mundial y evitara más o mayores conflictos. A nivel más general, las instituciones de Breton Woods tenían como preocupación fundamental estimular el desarrollo mundial y evitar las disparidades de renta, para lo que resultaba clave lograr la transformación de economías eminentemente agrarias en economías industriales capaces de sostener mayores niveles de producto por trabajador y consumo generalizado. Desde entonces, la Teoría del Desarrollo ha sufrido dos grandes transformaciones en su análisis de los determinantes del desarrollo. Estas transformaciones se han producido de forma progresiva y han tenido fuertes implicaciones en las políticas de desarrollo de los organismos internacionales, así como en la misma política económica de los países desarrollados. La primera transformación se produce con el surgimiento de la Nueva Teoría del Crecimiento (NTC), que sustituye la acumulación de capital por la tecnología como variable fundamental del desarrollo e introduce la importancia de los incentivos. La segunda transformación se encuentra en el descubrimiento de las instituciones como variable fundamental para explicar el desarrollo y las diferencias de renta entre países, así como la crítica a la teoría neoclásica del desarrollo imperante hasta el momento y que había considerado al Estado como una “caja negra” sin problemas de información ni comportamientos estratégicos.

Los primeros modelos de desarrollo surgidos tras la Segunda Guerra Mundial se basaron en vínculos entre los diversos sectores de la economía y la sociedad y, en especial, en la importancia del sector industrial para absorber el exceso de oferta de trabajo del sector agrícola y conducirlo hacia actividades más productivas que evitaran los rendimientos decrecientes de la tierra. Esta transición permite superar la probable escasez generada por el aumento geométrico de la producción de alimentos en contraste con el crecimiento exponencial de la población. Estas primeras teorías enfatizaban la importancia de la escasez de capital y de ahorro para activar la transición de una economía tradicional a una economía moderna que generara un crecimiento sostenido de las tasas de PIB por habitante. Para estimular esta dinámica se consideraba básico la movilización del ahorro, muchas veces oculto, del sector

agrícola hacia el sector industrial (Oriol, 2006). En este sentido, estos modelos de desarrollo establecieron una relación muy estrecha entre la visión de industrialización predominante y la cuestión del desarrollo

### 1.1.2 Whitman Rostow y las etapas del desarrollo

Una primera teoría de la economía del desarrollo, fue el “Modelo lineal de etapas de crecimiento”, formulada por primera vez en 1950 por W. W. Rostow en *Las etapas de crecimiento: Un manifiesto no comunista*, siguiendo el trabajo de Marx y List. Esta teoría modificada de Marx se considera un acercamiento político con la teoría del desarrollo y se centra en la acumulación acelerada del capital, a través de la utilización del ahorro nacional e internacional como mecanismos para estimular la inversión, como el principal medio de promover el crecimiento económico y, por lo tanto, el desarrollo. La economía lineal de Rostow sostiene que los países con menos desarrollo se encuentran en una situación de retraso transitorio, inevitable dentro del proceso histórico de cada sociedad. El modelo lineal de etapas de crecimiento postula que hay una serie de cinco etapas consecutivas de desarrollo que todos los países deben pasar durante el proceso de desarrollo.

Según el modelo existen cinco etapas comunes de desarrollo:

- Sociedad tradicional (agricultura de subsistencia)
- Creación de las condiciones previas al arranque
- Despegue (cuando la tasa de inversión supere la tasa de población)
- Camino a la madurez (que dura sesenta años)
- Etapa del consumo de masas.

El periodo de despegue es el intervalo en el que finalmente se consigue superar los obstáculos al desarrollo de una economía tradicional. Una de las condiciones más importantes es que la tasa de inversión debe rebasar la tasa de crecimiento de la población, y Rostow pensaba que esta tasa debería de ser de 10%. Si la tasa interna no es suficiente, es recomendable invitar a participar al capital extranjero para propiciar una transferencia masiva de capitales y lograr las metas del desarrollo (Gutiérrez, 2008).

Una vez que se inicia el despegue, pasarán unos treinta años para que una inversión sostenida a esos niveles transforme las estructuras económicas, políticas y sociales, y

de esta manera pueda lograrse un crecimiento constante de la producción. Durante el camino hacia la madurez se requerirán unos sesenta años después del despegue, para que la nación pueda obtener el dominio de la tecnología contemporánea más avanzada y tenga la capacidad de producir lo que se proponga en el campo de especialización que haya escogido. Más tarde, ya en la etapa del consumo masivo elevado, los principales sectores de la economía se desplazarán hacia la producción de bienes de consumo duraderos y gran parte de la población adquirirá un elevado nivel de vida (Gutiérrez, 2008) Además de ello, las versiones simples del modelo Harrod-Domar proporcionan una ilustración matemática del argumento de la mejora de oportunidades de inversión de capital para un mayor crecimiento económico (Todaro & Smith, 2009).

Estas teorías han sido criticadas por no reconocer que, si bien es necesaria la acumulación de capital, no es una condición suficiente para el desarrollo. Es decir, que esta teoría temprana y simplista no tuvo en cuenta los obstáculos políticos, sociales e institucionales para el desarrollo. Por otra parte, esta teoría fue desarrollada en los primeros años de la Guerra Fría y fue derivado en gran parte de los éxitos del Plan Marshall. De aquí se deriva una de las mayores inconsistencias de la teoría de Rostow, ya que supone que las condiciones que se encuentran en los países en desarrollo son las mismas que las que se encuentran en Europa después de la Segunda Guerra Mundial

Si bien la propuesta de Rostow tuvo una amplia aceptación entre los economistas neoclásicos porque en los hechos rendía tributo a los postulados de la teoría del comercio internacional, los trabajos de la sociología, la antropología y la historia desmienten esa visión idílica evolucionista que describe el autor.

### **1.1.3 El enfoque Neoclásico**

Desde la perspectiva neoclásica del crecimiento económico, basada en el enfoque propuesto en 1956 por Robert Solow, desde el MIT en Estados Unidos, el desarrollo supone transformar la sociedad de un estado tradicional caracterizado por el estancamiento y la subsistencia, a una sociedad dinámica capitalista centrada en el sector empresarial. La emergencia de una clase de empresarios capitalistas es el elemento clave de esta evolución (Gutiérrez, 2008).



En esta línea, fueron propuestos dos modelos: el dual y el lineal. Ambos retoman los principios de la economía neoclásica del análisis en materia de precios y asignación de los recursos.

En primer lugar, las teorías neoclásicas ganaron cierta notoriedad con el surgimiento de varios gobiernos conservadores en el mundo desarrollado en la década de 1980, lo cual representó un viraje importante respecto a las teorías internacionales de dependencia. Las teorías neoclásicas argumentan que los gobiernos no deben intervenir en la economía, es decir, estas teorías afirman que un mercado libre sin obstáculos es la mejor manera de inducir un desarrollo rápido y exitoso. Mercados libres competitivos sin restricciones por la excesiva regulación gubernamental son vistos como capaces de garantizar de forma natural que la asignación de recursos se produzca con la mayor eficiencia posible y el crecimiento económico se eleve y se estabilice.

Es importante tener en cuenta que hay varios enfoques diferentes dentro del ámbito de la teoría neoclásica, cada uno con diferencias sutiles, pero importantes, en sus puntos de vista con respecto en la idea central de que el mercado no debe ser regulado.

Estas diversas concepciones en la teoría neoclásica son el enfoque de *Libre mercado*, la *Teoría de la elección pública*, y el *Enfoque favorable al mercado*. De los tres, tanto el enfoque de libre mercado y la teoría de elección pública sostienen que el mercado debe ser totalmente libre, lo que significa que cualquier intervención por parte del gobierno es necesariamente malo. La teoría de la elección pública es, sin duda el más radical de los dos puntos de vista, ya que postula que la evidencia científica señalaría al gobierno -y no al mercado- como el ente que debe ser limitado o reducido por el bienestar de la sociedad.

El enfoque favorable al mercado, a diferencia de los otros dos, es un desarrollo más reciente y, a menudo se asocia con el Banco Mundial. Este enfoque aún defiende el libre mercado, pero reconoce que hay muchas imperfecciones en los mercados de muchos países en desarrollo y por lo tanto sostiene que cierta intervención del gobierno es un medio eficaz para la fijación de tales imperfecciones

Por otra parte, partiendo del principio de la economía clásica de la acumulación, la economía dual de Arthur Lewis en su trabajo "*Desarrollo económico con oferta ilimitada de mano de obra*" plantea la coexistencia de dos sectores: el sector moderno capitalista vinculado a la industria, y el sector precapitalista tradicional asociado a la agricultura. La sociedad tradicional es considerada como una sociedad heterogénea

donde los dos sectores funcionan con reglas y hacia objetivos diferentes. En esta perspectiva, el objeto de estudio es el proceso de transformación estructural que hace evolucionar la economía en su conjunto hacia el sector moderno. El desarrollo se convierte en el proceso de eliminación de la economía dual por la expansión de la economía capitalista (Lewis, 1960).

Lewis sostiene que en la sociedad tradicional la productividad de la agricultura es muy baja pues la cantidad de tierra es ilimitada en relación al número de trabajadores, por lo cual la producción por hectárea está al máximo de acuerdo con los métodos de cultivo tradicional. Una modificación en el número de trabajadores sobre la tierra no cambia el nivel de producción agrícola, dadas las condiciones de extensión de la tierra, razón por la cual los ingresos son muy bajos.

La acumulación del capital en el sector capitalista o moderno, o más bien el progreso técnico, provoca una elevación del producto marginal del trabajo al interior del sector. De ese modo, la demanda de trabajo aumenta. En la sociedad moderna, el nivel medio del salario industrial se supone superior en 30% al agrícola. Esta diferencia debe provocar una atracción sobre las ciudades y la migración de un determinado número de trabajadores agrícolas.

Con estas hipótesis, el sector capitalista crecería de manera regular en detrimento del sector no capitalista hasta que el proceso iguale los ingresos del trabajo en los dos sectores y/o el producto marginal del capital dentro del sector no capitalista se integre al sector capitalista. Entonces el dualismo sería absorbido y se instauraría un crecimiento equilibrado.

Consecuentemente, el desarrollo dentro de una economía dualista pasa por la reducción progresiva del sector tradicional y el refuerzo del sector moderno que progresivamente absorbe los excedentes de mano de obra del sector de subsistencia, gracias al salario más alto del empleo industrial que crecerá tanto porque la productividad marginal de los trabajadores es superior que los salarios (Lewis, 1960). Las aportaciones de Lewis tuvieron cierta repercusión, en parte debido al hecho de que fueron formuladas en una época en la cual la migración proveniente del campo hacia las grandes urbes latinoamericanas fue muy intensa durante los decenios de los cincuenta y sesenta.

La teoría clásica del desarrollo se fue sofisticando cada vez más y, como señala Krugman, llegó un momento en el que la técnica no podía dar cabida al desarrollo teórico de autores como Hirschman o Myrdal. La generalización del análisis de tablas input-output y la elaboración de modelos matemáticos de equilibrio general llevó a

calcular las necesidades de ahorro e inversión que una economía necesitaba para alcanzar unos objetivos determinados de crecimiento; es decir, se calculó con precisión el nivel de “impulso” que necesitaba la economía para generar el tamaño óptimo del sector industrial a partir del cual podía inducirse el “ciclo virtuoso” del desarrollo (Oriol, 2006). El modelo más popular fue el que se derivaba de las teorías elaboradas por Harrod y Domar, que fue ampliamente utilizado por los organismos internacionales para calcular las necesidades de inversión de un país con el fin de alcanzar unos objetivos de crecimiento económico determinados. Estos modelos estaban contruidos a partir del supuesto fundamental de que el capital experimentaba rendimientos marginales decrecientes. Bajo este supuesto, la inversión genera más crecimiento en los países con niveles de capital menores (y viceversa). Esto permitía predecir que existiría convergencia a largo plazo entre los distintos países del mundo, lo que se veía fortalecida por la creencia de que el capital se movería hacia donde es relativamente menos abundante y podría por tanto obtenerse mayores rentabilidades. Si se deseaba acelerar este proceso, los bancos de desarrollo surgidos con los Acuerdos de Breton Woods podían prestar el dinero necesario para poner en marcha este proceso.

No obstante, esta convergencia real está lejos de producirse y las diferencias de renta entre los países están aumentando. Para entender esta aparente contradicción con la teoría, resultó crucial la contribución de Solow, quien mostró que la acumulación de capital no explicaba el crecimiento experimentado por Estados Unidos a lo largo de la primera mitad de siglo XX, y demostró que las bases del crecimiento moderno se encuentran en el cambio tecnológico o la productividad total de los factores (PTF). El análisis de Solow mostró que los ahorros en trabajo y capital que se producían fruto de los aumentos en la PTF explicaban cerca de la mitad del crecimiento del producto por trabajador en Estados Unidos.

Así mismo, los enfoques del cambio estructural a la economía del desarrollo han enfrentado críticas por su énfasis en el desarrollo urbano a expensas del desarrollo rural que puede llevar a un crecimiento sustancial en desigualdad entre las regiones de un país. El modelo de dos sectores de excedente que fue desarrollado en los años 1950 ha sido además criticado por su presunción subyacente de que las sociedades predominantemente agrícolas sufren de un excedente de mano de obra. Estudios empíricos recientes han mostrado que tales excedentes de mano de obra son solo estacionales, por lo que la atracción de tal mano de obra a las áreas urbanas puede resultar en un colapso del sector agrícola. Por su parte, el enfoque de patrones de desarrollo ha sido criticado por carecer de un marco teórico (Todaro & Smith, 2006).

#### 1.1.4 La teoría de la CEPAL

La teoría de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) surge frente a la preocupación intelectual y política de encontrar un rumbo al desarrollo económico y social de América Latina. Raúl Prebisch es quien inaugura la vida de dicha Comisión en su primera sesión celebrada en La Habana en mayo de 1948 con su trascendente trabajo titulado: *“El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas”*. Este manifiesto teórico-político sentó las bases de un nuevo paradigma en la ciencia económica: la *Teoría económica estructuralista*. Esta teoría no sólo tuvo una gran capacidad de convocatoria entre los científicos sociales latinoamericanos, sino que ganó adeptos en los más variados círculos académicos internacionales.

La tesis neoclásica del comercio internacional sostenía que todo aumento en la productividad implica el descenso de los precios de las mercancías y dado que las relaciones comerciales se realizan entre países con diferentes niveles de productividad, aquéllos donde sus precios son más altos (como América Latina por su baja productividad) se verían favorecidos por el descenso de los precios en los países que han logrado mayor productividad (Gutiérrez, 2008). Prebisch demostró que ocurre exactamente lo contrario: “la relación de precios se ha movido, pues, en forma adversa a la periferia; contrariamente a lo que hubiera sucedido, si los precios hubieran declinado conforme al descenso del costo provocado por el aumento de la productividad” (Gutiérrez, 2008). Este paso dio origen a la concepción de la economía estructuralista diferenciada en dos polos: el centro y la periferia, ligados en una relación macroeconómica fundamental: el deterioro de los términos de intercambio. Entre los fundadores de la teoría de la CEPAL, destacan Celso Furtado, Aníbal Pinto y Osvaldo Sunkel y Pedro Paz, quienes contribuyeron a construir la visión latinoamericanista del desarrollo.

La teoría de la CEPAL tiene implicaciones estratégicas muy claras, toda vez que para contrarrestar el intercambio desigual es necesario aumentar la productividad e impulsar una adecuada legislación social que fortalezca las instituciones sindicales y eleve progresivamente el nivel del salario real. Esto permitiría crear las condiciones estructurales (productividad) y sociales (legislación e instituciones), para corregir el desequilibrio de ingresos entre el centro y la periferia. Para ello se propusieron las siguientes estrategias: Industrialización por sustitución de importaciones en una primera fase y posteriormente complementarla con la política de “extraversión” y el desarrollo de las exportaciones. Función del Estado como una idea-fuerza del

desarrollo. Promoción de la clase empresarial. Política de estímulo al ahorro interno y la inversión.

Cabe destacar la importancia de la teoría de la CEPAL en el contexto latinoamericano, por haber creado un cuerpo teórico que permitió interpretar la realidad socioeconómica de la región y la naturaleza específica de su inserción en la economía mundial, pero también por haber logrado establecer el ejercicio de planificación en el centro de las estrategias económicas.

Estas estrategias, de clara inspiración keynesiana, de acuerdo con la CEPAL conducirían al desarrollo autónomo y la soberanía nacional expandiendo el mercado interno y elevando el nivel de vida de la población y, en el largo plazo, contribuiría a cerrar progresivamente la brecha entre el centro y la periferia cancelando el deterioro de los términos de intercambio en las relaciones comerciales.

## **1.2 La Teoría de la dependencia**

La Teoría de la dependencia surge a mediados de los años 60 como una propuesta sobre cómo superar el problema del subdesarrollo, fundamentalmente en los países latinoamericanos que lo padecieron después de la Segunda Guerra Mundial y durante la Guerra Fría, a raíz de los procesos de descolonización y marginación de los siglos XIX y XX. Sin embargo, los orígenes sociopolíticos de la teoría no se circunscribieron únicamente a América Latina ya que, aunque el cuerpo teórico tuvo su formación en dicha región, su desarrollo también se dio en diferentes partes de Europa y Estados Unidos. La Teoría de la dependencia fue muy influyente en la década de los años 60 y 70, ya que fue considerada como una crítica hacia la concepción del desarrollo como etapas, formulada por Rostow, debido a que la misma fue cayendo cada vez más en desuso a causa de persistencia de la pobreza generalizada en gran parte del mundo.

La tesis central de la teoría de la dependencia indica que el subdesarrollo es producto del desarrollo de los países centrales del capitalismo. De acuerdo con Blomström y Hettne, la Teoría puede quedar expresada en cuatro ejes principales:

- El subdesarrollo está conectado de manera estrecha con la expansión de los países industrializados.
- El desarrollo y subdesarrollo son aspectos diferentes de un mismo proceso universal.

- El subdesarrollo no puede ser considerado como primera condición para un proceso evolucionista.
- La dependencia no sólo es un fenómeno externo, sino que también se manifiesta bajo diferentes formas en la estructura interna social, ideológica y política.

Estas ideas fueron concebidas a través de dos corrientes principales: la marxista que fue desarrollada fundamentalmente por Theotônio Dos Santos, Ruy Mauro Marini, Vania Bambirra, Aníbal Quijano, Amadeo Vasconi, con importantes ramificaciones en la obra de André Gunder Frank, Paul Baran y Paul Sweezy. Las preocupaciones de los autores de esta corriente se centraron en demostrar que la dependencia no era un fenómeno externo que se podía superar simplemente a través del desarrollo económico y adoptando una conducta política independiente. Teóricamente explicaron que la situación de dependencia vivida por América Latina dentro del sistema capitalista mundial condiciona las estructuras internas haciendo dependientes a los países en su propia constitución (Solorza & Cetré, 2011). En palabras de dos Santos “la dependencia es una situación en la cual un cierto grupo de países tienen su economía condicionada por el desarrollo y expansión de otra economía a la cual la propia está sometida”. Dos Santos consideró al subdesarrollo como una consecuencia intrínseca del sistema capitalista y forma particular de su desarrollo, el capitalismo dependiente resultado de la conformación de estructuras internas condicionadas por la situación internacional de dependencia (Gutiérrez, 2008).

Por otra parte, la corriente estructuralista latinoamericana se basó en el trabajo de Oswaldo Sunkel, Celso Furtado, Aníbal Pinto, Aldo Ferrer, Helio Jaguaribe, Fernando Fanjzylber y Raúl Prebisch, vinculados a la CEPAL. Esta corriente consideró la existencia de límites al desarrollo derivados de la insuficiente dinámica de las estructuras económico-sociales, límites que ocasionaron en la región un estancamiento estructural. Por ello, orientaron sus trabajos a explicar el subdesarrollo producto de la interacción de factores externos e internos y no basaron sus propuestas en factores externos, sino en la consecución de etapas de desarrollo hacia fuera y en la industrialización mediante la sustitución de importaciones.

### **1.2.1 La Teoría de la dependencia y la CEPAL**

La teoría de la dependencia, al igual que la CEPAL, parte de la abstracción teórica formulada originalmente por Prebisch, en torno al antagonismo entre “centro” y “periferia” y llega a la conclusión de que América Latina históricamente ha cumplido la función de abastecer materias primas e insumos para el desarrollo de la industrialización en los países centrales, promoviendo la formación de clases oligárquicas en los países periféricos que tienen por función esencial la de mantener las relaciones de dominación subordinadas a los intereses del centro y no la de promover y generar el desarrollo en los países dependientes.

De esta manera, la Teoría de la dependencia presenta sus primeras formulaciones a partir de dos artículos publicados independientemente en 1949, por Hans Singer y por Raúl Prebisch, en el que los autores observan que los términos de intercambio de los países subdesarrollados con respecto a los países desarrollados se habían deteriorado a lo largo de su historia: los países subdesarrollados eran capaces de comprar cada vez menos productos manufacturados de los países desarrollados a cambio de una determinada cantidad de sus exportaciones de materias primas. De esta manera, “la penetración y propagación del progreso técnico en los países de la periferia era más lento que lo requerido para la absorción de toda la fuerza de trabajo” (Prebisch, 1983). Esta idea se conoce como la tesis de Prebisch-Singer. Prebisch llegó a la conclusión de que los países subdesarrollados deben emplear cierto grado de proteccionismo en el comercio de tal manera que los términos de intercambio fueran favorables y permitiesen entrar en una senda de desarrollo autosostenido. Sostuvo que la industrialización por vía de sustitución de importaciones (ISI), era la mejor estrategia económica para los países subdesarrollados, en contraste con el crecimiento exportador. En este sentido, la industrialización significó, para la corriente Cepalina, una alternativa en la manera en que se materializa la interacción mutua entre el centro y la periferia, pues se llevaron a cabo intentos de detener los perjuicios que se derivan del deterioro de los términos de intercambio que sufren los países proveedores de materias primas a manos de los industrializados. De esta manera se liga la concepción del desarrollo a la idea de industrialización en los países periféricos.

Sin embargo, a finales de los 60 se generó una marcada tendencia al estancamiento provocada por la restricción externa derivada del modelo de sustitución de importaciones que frenaba el desarrollo del mercado interno, la creación de empleos e imprimía un lento crecimiento en la distribución del ingreso. (Gutiérrez, 2008). Dicho estancamiento puede ser explicado por dos factores: El primero es que el proceso

industrial necesitaba insumos que tenían que ser importados y que por lo tanto, creaban otra clase de dependencia; la tecnológica y financiera. En segundo lugar, el patrón de distribución de ingresos de América Latina, confinaba la demanda para manufacturas a un sector relativamente minoritario y tan pronto como esta se satisfacía, el proceso de crecimiento se terminaba.

Frente a esta disyuntiva, se llevaron a cabo profundas modificaciones en la estrategia de desarrollo formula por la CEPAL. La Teoría de la dependencia se desarrolló combinando elementos neo-marxistas con la corriente Cepalina, de inspiración primordial en la teoría económica Keynesiana, logrando así diseñar una teoría coherente compuesta por 4 puntos fundamentales (Jiménez de León , 2005):

- a) desarrollar una considerable demanda interna efectiva en términos de mercados nacionales;
- b) reconocer que el sector industrial es importante para alcanzar mejores niveles de desarrollo nacional, especialmente porque este sector genera mayor valor agregado a los productos en comparación con el sector agrícola;
- c) incrementar los ingresos de los trabajadores como medio para generar mayor demanda agregada dentro de las condiciones del mercado nacional;
- d) promover un papel gubernamental más efectivo para reforzar las condiciones de desarrollo nacional y aumentar los estándares de vida del país.

Si bien, esta reformulación de los planteamientos iniciales por los principales teóricos de la CEPAL aún insiste en priorizar el proceso de industrialización en los países dependientes, la principal diferencia radica en la concepción teórica de dependencia y su tratamiento metodológico. Por ejemplo, para instituciones oficiales como la CEPAL, esa categoría es coyuntural, en la medida en que puede ser superada la condición de dependencia por la acción de la política económica de los gobiernos. Para otros, por ejemplo, para André Gunder Frank, la dependencia y el subdesarrollo son categorías estructurales que corresponden al modo de producción capitalista y se superan solamente con su abolición.

De esta manera, como hemos señalado en líneas anteriores, la Teoría de la dependencia queda dividida en 2 corrientes principales: la marxista y la estructuralista. En general, cuando se trata la cuestión de la dependencia, se tiende a identificar autores y corrientes de acuerdo con los siguientes criterios:



a) Autores y trabajos que niegan explícitamente la posibilidad del desarrollo capitalista en la periferia, porque este sistema primordialmente conduce al desarrollo del subdesarrollo, tal es el caso de Gunder Frank, Dos Santos, Marini, Caputo y Pizarro. El denominador común de estos autores consiste en el intento por elaborar una teoría del subdesarrollo.

b) Autores y trabajos cuya tarea reposa en el estudio de los obstáculos que enfrenta el desarrollo capitalista en la periferia, enfatizando por lo regular las tesis del “estancamiento estructural”. Dentro de esta línea se encuentran los trabajos de investigadores asociados a la CEPAL como Sunkel y Celso Furtado quienes se caracterizan por analizar y criticar los “obstáculos” que se interponen al desarrollo nacional.

El objeto de estudio de la teoría de la dependencia en su vertiente marxista, es la formación económico-social latinoamericana, a partir de su inserción a la economía capitalista mundial. Abarca el período colonial y el postindependentista, en el cual la economía exportadora cede el paso a la formación de una economía industrial capitalista dependiente. Esta forja su propio ciclo de reproducción que, en el plano del mercado interno, se escinde en dos esferas: la alta, propia del consumo de las clases burguesas y medias y la baja, que configura el consumo de las clases trabajadoras que se reproducen a costa del salario. En el plano de la producción surge, así, un régimen de superexplotación del trabajo como contrapartida de la transferencia de valores y de plusvalía que las economías dependientes realizan sistemáticamente hacia las industrializadas (Sotelo, 1993).

Por su parte, los teóricos de la corriente estructuralista latinoamericana argumentaron que el sistema capitalista permite el desarrollo parcial o "desarrollo dependiente"; en este caso el desarrollo pero aún bajo el control de los intereses externos. Citaron los intentos parcialmente exitosos de industrialización en América Latina en esa época (Argentina, Brasil, México) como evidencia para esta hipótesis. Sostuvieron la idea de que la dependencia no es una relación entre los exportadores de productos básicos y los países industrializados, sino entre países con diferentes grados de industrialización.

### 1.2.2 Dependencia tecnológica

Los autores de la Teoría de la dependencia hacen gran hincapié en la dependencia tecnológica. Los Estructuralistas han hecho referencia a la debilidad del proceso de sustitución de importaciones de América Latina en los años 60 y 70, debido a las dificultades que conllevó la priorización de generar industrias de bienes de capital a las de bienes de consumo.

A pesar de la creciente presencia de empresas transnacionales, en América Latina, la difusión tecnológica ha sido escasa, lo que ha confirmado la crítica hecha por la teoría de la dependencia a las transnacionales. La política de gobiernos latinoamericanos no ha podido desarrollar una capacidad tecnológica autónoma y autosuficiente en sus países, habiendo podido actuar de manera más decisiva para garantizar que las transnacionales contribuyeran con este proceso. No obstante Brasil, y en cierta manera México, han adquirido cierta capacidad tecnológica competitiva en gran medida gracias a una política industrial con fines específicos. Sin embargo, con la nueva revolución tecnológica en telecomunicaciones y electrónica, las economías más avanzadas han llegado a tener una mayor ventaja competitiva sobre los países con menor desarrollo, lo que ha contribuido a profundizar aún más la dependencia tecnológica en la mayoría de estos países (Kay, 1998).

El problema de la tecnología y su difusión radicaría en la misma estructura monopolista del sistema económico a nivel mundial, nacional y regional (Frank, 1971). Durante la evolución histórica del sistema capitalista, los países metropolitanos han difundido siempre hacia los satélites dependientes la tecnología cuyo empleo ha servido mejor a los intereses de los primeros.

De acuerdo con André Gunder Frank, en este proceso histórico, la metrópolis ha mantenido un alto grado de monopolio sobre la producción y las tecnologías industriales, al cual solamente ha renunciado cuando se generaba una fuente alternativa de monopolio tecnológico que la reemplazaba. Por ese motivo, en la época que analiza Frank, la metrópoli estaba en condiciones de abandonar su monopolio en la industria pesada facilitando la profundización de la industrialización sustitutiva de importaciones en los países latinoamericanos. Lejos de la difusión de tecnologías de vanguardia, la tendencia tecnológica más significativa de nuestros días sería el creciente grado en el que las nuevas tecnologías sirven como base del control monopólico de la metrópoli capitalista.

Como hemos señalado anteriormente, uno de los problemas que más agravó el enfoque cepalino de la industrialización por vía de sustitución de importaciones, fue la dependencia de las inversiones y la tecnología extranjera. Esto se debió a que la inversión extranjera impone a las economías latinoamericanas necesidades de importación y facilita la exportación de capital, impidiendo que el excedente económico no pueda ser reinvertido en el país. Por su parte, la tecnología ayuda a generar un subdesarrollo más profundo, haciendo inviable que la sustitución de importaciones en la industria pesada permita superar la condición de satélite. Actualmente, que un país satélite desarrolle una tecnología rival es mucho más difícil que en el pasado ese mismo país desarrollase una industria ligera o pesada, aun cuando la misma constituye la fuente del monopolio metropolitano. En este sentido, la dependencia tecnológica sería mayor (Valle Rivera, María del, 2010).

Las transferencias de tecnología se limitan al equipo ocioso o recientemente obsoleto en las metrópolis, que bajo la propiedad de las empresas extranjeras se utiliza para competir con los rivales locales con la finalidad de eliminarlo o absorberlos, pues carecen de fondos, proveedores o de licencias para importar dichos equipos. De esta forma, las corporaciones transnacionales que controlan esta tecnología aumentan su poder monopolista. Por el contrario, en América Latina la relación capital-trabajo se eleva, aumenta la sobreproducción y declina el nivel general de salarios. Por estas razones y porque este tipo de inversiones tecnológicas se multiplica enormemente sin incrementar respectivamente el poder doméstico de compra, se hacen más frecuentes y prolongadas las crisis periódicas de sobreinversión, aumentando paralelamente el desempleo estructural y cíclico.

En consecuencia, el empleo del equipo industrial existente en América Latina, la planificación de las nuevas inversiones y la selección de las importaciones estarán crecientemente determinadas por las necesidades de las metrópolis, correspondiendo cada vez menos a las necesidades del desarrollo latinoamericano (Frank, 1971). A través de las filiales de las corporaciones transnacionales, de las empresas conjuntas, de las concesiones de licencias, de las marcas comerciales y las patentes, de los contratos publicitarios, y de multitud de otros arreglos institucionales, se incrementa la dependencia de la metrópoli no sólo en cuanto al suministro de mercancías y equipos esenciales para la industria, sino que condiciona la selección de aquellas importaciones cuyo carácter específico ha sido impuesto por el diseño metropolitano del producto final y de su proceso de fabricación. Al mismo tiempo, la metrópoli se apropia del excedente económico producido por la industria latinoamericana mediante regalías, servicios, etc.; los cuales representan otros canales adicionales de drenaje

financiero, que condenan a los países latinoamericanos a un déficit crónico de sus balanzas de pagos.

Por su parte, Furtado insistía en que una de las características del subdesarrollo era que el modelo de sustitución de importaciones se destinaba, en esencia, a fabricar los productos para consumo directo de una minoría, lo cual haría que se importen las tecnologías y los equipos que generalmente tienen un coeficiente de capital alto y son ahorradores de mano de obra. El resultado será la producción local para una minoría y el desempleo creciente. Este proceso crea la necesidad de elevar permanentemente el coeficiente de capital en el sector que produce para la minoría, por lo tanto, “se impide la difusión más amplia del progreso tecnológico (innovaciones en el proceso productivo) en los segmentos marginalizados de la economía dependiente” (Valle Rivera, María del, 2010).

El problema de la difusión de la innovación hacia el resto de las actividades menos rentables o de mayor retraso tecnológico, de acuerdo con Furtado, resultaría en una situación donde sería muy difícil realizar inversiones e innovaciones en el sector de bienes dirigido a satisfacer necesidades del conjunto de la población.

Una manera de contribuir a la solución integral al problema del subdesarrollo, de acuerdo a nuestra interpretación de los autores de la dependencia, estriba en la prioridad hacia la ciencia y la tecnología, en cuanto posibilite la generación de bienes de capital y de consumo que permitan una mayor autonomía de empresas nacionales frente a las transnacionales, pero sin caer en un sesgo cepalino que no permita la introducción de bienes extranjeros, ya que, en un mundo globalizado y en un país dependiente como lo es México, resulta crucial saber diseñar políticas comerciales que proliferen el desarrollo tecnológico del país. Dicho desarrollo, tendrá que estar encaminado a las necesidades específicas, en torno a las actividades primarias y secundarias de la economía, que haga posible la relación entre investigación científica y compromiso por contribuir al desarrollo económico. Como hemos visto, la tecnología no puede ser comprada o transferida a nuestro país, ya que “la elección de procesos de producción más adecuados a las condiciones particulares de cada país sólo puede hacerse sobre la base, no sólo de un conocimiento exhaustivo de las condiciones locales sino también y fundamentalmente, de una comprensión clara de los resultados y las tendencias y los probables desarrollos futuros de la investigación científica y tecnológica” (Valle Rivera, María del, 2010).

### 1.3 Desarrollo Sustentable

Uno de los conceptos clave del desarrollo, inició su gestación (de manera teórica) a mediados del siglo pasado en conjunción con el proceso de reconstrucción del daño que dejó a su paso la Segunda Guerra Mundial en función a diversos movimientos que manifestaron su preocupación por el deterioro amenazador de los ecosistemas. Años después del conflicto bélico se conformaron grupos de expertos e intelectuales para analizar varios de los problemas de carácter mundial para contribuir a la solución y sobre todo tratar de evitar un nuevo conflicto. Uno de los grupos más destacados fue el Club de Roma, cuya principal misión fue y en la actualidad su conformación como motor de pensamiento para diseñar una posible solución de la llamada *“problemática mundial”*,

El Club de Roma enfatizó en la realización de un proyecto de investigación que más tarde estuvo a cargo de dos profesores del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Tal proyecto se encargaría de estudiar las causas y consecuencias a largo plazo del crecimiento de la población, el consumo de recursos y la contaminación. Gracias al desarrollo de esta investigación se logró constatar un modelo de ordenador llamado *“World 3”*, el cual simulaba la evolución de los principales indicadores a partir de dinámicas reales. Los resultados de la investigación fueron publicados en 1972 bajo el título *“los límites del crecimiento”*, el cual fue objeto de polémicas y preocupaciones alrededor del mundo, que rápidamente hizo posible la realización de diversos encuentros, congresos e incluso acciones políticas y jurídicas. Su principal conclusión fue la siguiente:

*“Si las actuales tendencias de crecimiento en la población mundial la industrialización, contaminación, producción de alimentos y explotación de recursos continúan sin modificaciones, los límites del crecimiento de nuestro planeta se alcanzarían en cualquier momento dentro de los próximos cien años”*

Este informe, aunado con los múltiples debates en relación al desarrollo, fueron los estímulos para que la Organización de las Naciones Unidas decidiera realizar *“La Cumbre sobre el Medio Humano”*, también conocida como la Conferencia de Estocolmo. En ella, se destacó la necesidad de equilibrar el desarrollo económico y la protección del medio ambiente; se estableció, además, que los recursos naturales deben ser salvaguardados para las generaciones presentes y futuras (ONU, 1972). En 1983 también por conducto de la Organización de las Naciones Unidas, el Secretario General Uthant, comisionó a la ex primera ministra de Noruega Gro H. Brundtland, la

conformación de una Comisión Mundial, encargada de preparar un informe sobre la relación del medio ambiente y el desarrollo. Cuatro años más tarde, la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo (CDMAD), mejor conocida como Comisión Brundtland, publicó un informe titulado *Nuestro Futuro Común*, el cual se considera como el primer documento que abierta y explícitamente planteó el concepto de “desarrollo sustentable”, el cual fue definido como “el desarrollo que satisface las necesidades y aspiraciones del presente sin comprometer la habilidad para satisfacer aquellas las del futuro” (Brundtland, 1987).

El informe Brundtland, además de introducir al concepto de desarrollo sustentable, arrojó resultados económicos que evidenciaron distorsiones en la distribución de la riqueza y deterioro de los recursos naturales. Este desarrollo sustentable constituye la base esencial sobre la que descansa la nueva dimensión del desarrollo, en el cual se reconoce de manera explícita con la protección del medio ambiente como engranaje indispensable, sin olvidar por supuesto sus otras dos dimensiones, la económica y la humana. A medida que el concepto de sustentabilidad se ha venido enriqueciendo con base en diversos conceptos socioeconómicos, se le han agregado algunas nuevas dimensiones: que sea, además, científicamente racional; tecnológicamente viable y responsable; políticamente libre y democrático; culturalmente creativo y crítico, éticamente justo y estéticamente bello. No obstante, aún se siguen realizando amplios debates sobre sus alcances efectivos y los medios para la consecución de sus objetivos.

Como casi todos los términos esbozados hasta ahora sobre el desarrollo sostenible, existen imprecisiones en su definición, a causa de su generalizada utilización. Tal es el caso que no existe actualmente un consenso general sobre su verdadera esencia y significado. Hay autores que sostienen que es contradictorio y vago, mientras que otros objetan de “*la falta de resultados inherente a la ambigüedad que exige el uso meramente retórico del término, que se está prolongando demasiado, hasta el punto de minar el éxito político que acompañó a su aplicación inicial*” (Naredo, 2004).

Etimológicamente “desarrollo sostenible” es un anglicismo que proviene de la palabra *sustainable development*, sin embargo, dicha expresión parece no tener la misma connotación que el término español “sostener o sustentar” cuyo significado es “estático”, “mantener firme un objeto”, “prestar apoyo, mantener una cosa en un medio o en un lugar”, que difiere de la connotación dinámica positiva del vocablo en inglés “*to keep going continuously*” que significa avanzar continuamente o mantener la etapa puesta en marcha.

La expresión inglesa se refiere a un proceso cuyo ritmo es necesario mantener, y, por tanto, introduce una visión de largo plazo. Así, mientras una definición intenta mostrar la idea de conservar una cosa en su estado, otra se refiere al esfuerzo necesario para que un proceso dinámico se mantenga superando los escollos que pueda encontrar (Bifani, 1999).

### **1.3.1 Objetivos y estrategias del Desarrollo sustentable**

El concepto desarrollo sostenible nos abre una nueva pauta con la cual se pretende que los fines económicos tengan en cuenta la dinámica ambiental sobre la que se sustentan. En algunos casos se muestra la clara imposición de ciertas restricciones a los sistemas económicos en relación con el medio ambiente que sustenta dicha actividad. Sin embargo, es necesario dejar en claro que la sustentabilidad no implica una economía estancada, lo cual exige distinguir entre “crecimiento” y “desarrollo”: el crecimiento económico, como aumento cuantitativo no puede sostenerse indefinidamente en un mundo finito; el desarrollo económico, entendido como una mejora sustancial en la calidad de vida, puede ser sostenible pero si no causa un aumento en la cantidad de recursos consumidos, el crecimiento sostenible en un imposible (Binani, 1999).

Anteriormente al hablar de desarrollo sustentable, una de las mayores preocupaciones de esta corriente era dejar a las generaciones futuras un ecosistema capaz de generar la misma cantidad de recursos y un entorno físicamente similar al cual nos encontramos, no obstante, el termino desarrollo sustentable es un concepto mucho más amplio en lo que significa la sola protección del medio ambiente ya que el este desarrollo implica otros aspectos como la preocupación por la calidad de vida, la igualdad entre las personas, lucha contra la pobreza, la igualdad intergeneracional, es decir, que los seres del futuro merezcan como mínimo un medio ambiente que sea igual que el de nosotros o idealmente mucho mejor. Y sobre todo el aspecto ético del bienestar del ser humano.

Partiendo de esa premisa, la noción fue evolucionando hasta tener en claro los aspectos que por necesidad debe abarcar; siendo prácticos y estrictamente concretos se habla de tres pilares: Sostenibilidad Económica, Sostenibilidad Social y Sostenibilidad Ambiental. El primer pilar estipula, que la actividad que se mueve hacia la sostenibilidad ambiental y social es financieramente posible y rentable.

El segundo pilar, la Sostenibilidad Social se basa en el mantenimiento de la unión social y de su habilidad para trabajar en la persecución de objetivos comunes. Supondría, tomando el ejemplo de una empresa, tener en cuenta las consecuencias sociales de la actividad de la misma en todos los niveles: los trabajadores (condiciones de trabajo, nivel salarial, etc.), los proveedores, los clientes, las comunidades locales y la sociedad en general.

Y por último, la Sostenibilidad Ambiental que nos muestra compatibilidad entre la actividad considerada y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, evitando la degradación de las funciones fuente y sumidero. Incluye un análisis de los impactos derivados de la actividad considerada en términos de flujos, difícil consumo de recursos o lentamente renovables, así como en términos de generación de residuos y emisiones. Este último pilar es necesario para que los otros dos sean estables. Estos pilares suponen también que el desarrollo económico debe mantenerse, pero solo bajo el respeto de los límites de los sistemas naturales que lo sustentan.

Ahora bien, fruto de la discusión en torno al concepto de desarrollo sostenible hay muchos parámetros para su entendimiento; uno de ellos, es el de las “dimensiones” de la sostenibilidad. Cuando se hace hincapié en las dimensiones, se describen las diversas modalidades que este tipo de desarrollo recibe, al ser verificada la forma como están acoplados los elementos que lo hacen operativo: En torno a estas discusiones se ha creado la diferencia entre “sostenibilidad fuerte” y “sostenibilidad débil” como dimensiones del desarrollo sostenible.

Esta distinción fue introducida por primera vez por Pearce (1990) para indicar desde algunos presupuestos de la teoría económica, cuál es el estado en el que deben conservarse los distintos tipos de capital, en este caso, el estado en el que se debe conservar el capital natural.

Partiendo de lo anterior, la sostenibilidad débil, denominada también de segundo orden, presenta una perspectiva económica neoclásica, y señala que tanto capital natural como capital artificial son plenamente sustituibles a cierto plazo. La sostenibilidad, en este caso, consiste en conservar o aumentar el capital total, agregado de una generación a otra. Las consecuencias de la visión débil de la sostenibilidad, señalan que a futuro el hombre podrá satisfacer la mayoría de las ausencias provocadas por la disminución del capital natural con desarrollos artificiales o creados por él como consecuencia de la mejora y expansión de la tecnología moderna.



Por su parte, la sostenibilidad fuerte apunta que el capital natural no es sustituible, de manera que si la economía de un estado o sociedad en particular mantiene o aumenta sus disponibilidades de capital natural a lo largo del tiempo, se dice que es fuertemente sostenible o posee una sostenibilidad fuerte.

El complemento de este tipo de sostenibilidad consiste en que el mantenimiento y aumento del capital natural redundan en mayor bienestar, y por ello se hace necesario preservar el stock natural y la calidad del ambiente en general. La sostenibilidad fuerte está en el origen de las campañas que alientan la eficiencia y la mejora de los procesos productivos y la concientización de la población sobre las pautas de un consumo responsable que asegure la calidad de los recursos naturales disponibles. A partir de la distinción anterior, otras teorías económicas se han dedicado a controvertir las ventajas que supondrían un tipo de sostenibilidad u otra y la mejor forma de llegar a ellas. No obstante, las voces están por consolidar la idea de una sostenibilidad fuerte. (Velázquez, 2012)

En términos generales, las acciones de gobiernos y sociedades parten, al menos desde el punto de vista teórico, de la premisa de que actuar en favor de la sostenibilidad significa aceptar que como la humanidad se sustenta en la naturaleza y depende de esta, los daños ambientales y el agotamiento de recursos no pueden ser considerados como efectos colaterales del progreso, que podría compensarse a posteriori. En este sentido, se vuelve necesario que la sociedad se gestione a sí misma (sus consumos y sus relaciones) en vez de pensar solo en cómo gestionar la explotación de los recursos (Urb-alt, 2001)

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, planificar el desarrollo sostenible no resulta una tarea fácil ya que implica identificar las formas más adecuadas de utilizar los recursos naturales y servicios ambientales, de manera que se garantice su continua provisión para las actividades productivas, la estabilidad de los ecosistemas y la permanencia de condiciones ambientales en niveles tolerables para proteger la salud humana. Cada país debe estudiar la forma de adecuar estas teorías y herramientas a la solución de su problemática particular y trabajar en la definición de criterios para evaluar la sostenibilidad. Pero dado que desde la óptica de la sostenibilidad fuerte lo que resulta necesario sostener es la base natural, con sus respectivas funciones ambientales, se hace referencia específica al diseño de políticas del desarrollo integral en las que la base sean las condiciones ambientales. A partir de dicho condicionamiento establecer interrelaciones con los subsistemas, sociales y económicas, solamente respetando las restricciones ambientales es posible transitar por una senda segura hacia el desarrollo sostenible.

Finalmente, juntando todas las piezas, creemos que en el desarrollo sostenible se deben tomar en cuenta más componentes que perceptiblemente están relacionados entre sí y sobre todo, constituyen parte fundamental de un objetivo en común: la inclusión social, la calidad ambiental y la equidad intergeneracional son primordiales para el sano crecimiento de la sociedad que, sin embargo, y aun tomando en consideración la visión de sostenibilidad, el desarrollo real sigue privilegiando la visión económica por encima de sus demás elementos. En términos generales, ha dominado la ortodoxia económica, que ignora el papel de la naturaleza en la economía, que hace suponer que la acumulación de capital creado por el ser humano es la base para el crecimiento económico, ignorando que la naturaleza es el sistema que sirve de base al subsistema económico. Por tal motivo, resaltamos a continuación, la constitución de los aspectos clave a considerar al hablar del desarrollo sustentable como estrategia para alcanzar un crecimiento y desarrollo humano a la par, tomando en cuenta las generaciones futuras:

- **Sustentabilidad ambiental.** Existen límites ambientales impuestos a la actividad humana que deben ser reconocidos, valorados y respetados. Nuestra visión coyuntural nos hace considerar que aplicar criterios de eficacia ambiental contribuye a mejorar al metabolismo urbano y a reducir la huella ambiental global como consecuencia del actuar local.
- **Prosperidad económica:** Como ya se señaló, se desechan las teorías de desarrollo económico cero, para implantar un modelo de desarrollo sostenible en el cual es necesaria la prosperidad económica, pero dentro de los límites ambientales y con mecanismos específicos de internalización de costos ambientales.
- **Integración social:** El desarrollo sostenible es la versión mejorada del desarrollo humano, al cual contiene una visión estructural relacionada con el desarrollo de los seres humanos y por tanto, este debe procurar ampliar las oportunidades para que todos puedan adquirir las capacidades necesarias para mejorar su calidad de vida.
- **Identidad cultural:** Es notable que la ciudad es también un hecho cultural, y en ese sentido el modelo de desarrollo debe estar encaminado a facilitar la aprobación del espacio, respetando la convivencia de distintas tradiciones culturales, integrar las vivencias propias con la transformación necesaria de los barrios y ciudades.
- **Innovación tecnológica:** Esta nos brinda nuevas y excelentes posibilidades de ampliar el desarrollo de la inversión en investigación científica y tecnológica,

dándonos la oportunidad de implantar nuevos y mejorados procesos productivos o procedimientos

- Fortaleza institucional y gobernabilidad política: Para que se garantice el ejercicio de los derechos (humanos civiles y sociales) de los ciudadanos, en particular los derechos colectivos a la calidad de vida la ciudad y el desarrollo sostenible.

### **1.3.2 Desarrollo sustentable en México**

El concepto de desarrollo sustentable se implementó en México gracias a los acuerdos internacionales, muchos de los cuales tienen su origen en las medidas y políticas liberalizadoras que se impusieron en todo el mundo a partir de la década de los ochenta. Podría decirse que durante su primera etapa este concepto quedó en un ámbito discursivo e institucional, aunque en la práctica se formaron nuevas dependencias encargadas de implementar dicho concepto. Sin embargo es hasta mediados de los noventa, y particularmente a partir de 1996, cuando podemos observar un crecimiento sustancial en el gasto del gobierno con propósitos ambientales para el desarrollo. Es indudable que se ha avanzado mucho en estas últimas décadas, pero al comparar los discursos con los datos económicos sólidos, no superan esta prueba, lo que da como resultado un crecimiento económico basado en la in-sustentabilidad del aprovechamiento de los bienes públicos del stock de capital natural y una tasa de inversión promedio de 5.10% con el fin de resarcir el abatimiento de los recursos.

De esta forma parece que el desarrollo sustentable continúa siendo un discurso difícil de alcanzar en una nación que tiene como proporción de su PIB un 10% de la degradación ambiental y que solo invierte el 5% del valor de su consumo de los recursos naturales. El modelo actual de desarrollo no ha podido dar solución a los grandes problemas que enfrentan hoy día los países subdesarrollados, por el contrario los ha agudizado, reflejando un empobrecimiento cada vez mucho mayor y un enriquecimiento desmedido de unos pocos. Además este modelo de “desarrollo” ha contribuido de manera constante al deterioro del stock de capital natural y en consecuencia el deterioro de la calidad de vida de la población. En México el error ha sido, el desmedido uso de los recursos naturales bajo el criterio de la rentabilidad inmediata, provocando la destrucción de recursos potenciales cuyo valor no se refleja en el mercado. (Encinas, 2002)

Esta problemática se agudiza aún más dado que el deterioro del medio ambiente es el resultado de la acción del hombre que a la vez es el elemento condicionante del desarrollo social, de manera que un desarrollo económico como el que se ha dado en nuestro país afecta la base misma del desarrollo social. Por tanto, a pesar del crecimiento económico nacional no se ha tomado en cuenta la preservación del medio ambiente, por el contrario, se ha venido degradando cada vez más, debido probablemente a la visión cortoplacista de la satisfacción de las necesidades económicas. Esto es solo al hablar de protección ambientalista, nuestro país deja mucho que desear en los demás aspectos citados anteriormente, pues a pesar de tener cifras positivas (muy bajas) en cuestión de crecimiento, el desarrollo ha sido desfavorable en los últimos años, de nada sirve la cantidad tan alta el PIB per cápita, si es notable que la concentración de recursos le ha quitado crédito al actual modelo de desarrollo.

### **1.3.3 Desarrollo sustentable y su relación con la ciencia y la tecnología.**

Debe reconocerse que México ha vivido una economía basada en la explotación de los recursos naturales, donde el factor más importante para una actividad competitiva ha sido el bajo costo de una mano de obra intensiva, y se encuentra ante el compromiso de transitar hacia una economía que demanda un soporte en una sociedad del conocimiento, en la que el mayor impacto para la competitividad es el valor agregado del producto o servicio derivado de una innovación. Este trayecto obliga a reflexionar acerca de las condiciones que conviene construirse en el país para no aumentar las brechas que actualmente existen con relación a países desarrollados en los temas de educación, ciencia, tecnología y su transferencia, innovación, desarrollo social y desarrollo económico.

Para esta reflexión, se integró un grupo multidisciplinario de profesionistas con actividades en el medio académico, en el medio empresarial o como responsables de gestión académico-administrativa, todos ellos interesados en el análisis de las etapas y condiciones que el país ha vivido en materia de desarrollo económico y la aportación que daría a este desarrollo la construcción de un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, constituido por el inventario de recursos humanos que cultivan la Ciencia y la Tecnología y un conjunto estratégico de proyectos nacionales.

Con base en la concentración de esfuerzos y en la definición de áreas estratégicas para el desarrollo se plantea la armonización de dos procesos: uno, la estructuración

de políticas para el aprovechamiento de recursos en la atención de las necesidades de desarrollo local o regional y, dos, la generación de políticas y acuerdos en el nivel federal y con alcance nacional. Algunas de las propuestas que se derivan requieren la participación del gobierno en sus niveles federal, estatal y municipal en el marco de sus políticas públicas.

Se enfatiza la importancia de focalizar los esfuerzos en Ciencia, Tecnología e Innovación aunque es necesario reconocer que la extensión del territorio nacional y su natural diversidad en cuanto a condiciones geográficas, desarrollo y vocaciones regionales dificulta, si no es que imposibilita, la aplicación de estrategias de desarrollo homogéneas para todo el país. Esta diversidad demanda la atención a los conceptos de coordinación gubernamental, federalización de las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación y la identificación de sectores estratégicos en los niveles regional, estatal y federal (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2008).

Por ello, es pertinente analizar el desarrollo científico de México y su vinculación con el proceso de industrialización a lo largo del siglo XX, con el propósito de examinar la importancia que ha tenido la ciencia mexicana a lo largo de la historia del país, los resultados de la política en materia científica por parte del Gobierno Mexicano, así como el impacto de dichas políticas en relación al crecimiento y desarrollo económico.

## **CAPÍTULO 2. Investigación científica y desarrollo económico**

La industria es el conjunto de actividades definidas por una serie de procesos para transformar las materias primas en productos elaborados. Existen diferentes tipos de industrias dependiendo de la materia que se esté manipulando. Por ejemplo, Industria de la construcción, comprende las actividades de edificación residencial, ya sea de vivienda unifamiliar o multifamiliar; a la edificación no residencial, como naves y plantas industriales, inmuebles comerciales, institucionales y de servicios; a la construcción de obras de ingeniería civil, como puentes, carreteras, presas, vías férreas, entre otros. Así mismo, puede tratarse de construcción nueva, ampliación, remodelación, mantenimiento o reparación integral de las construcciones. Incluye también la construcción operativa; a la supervisión y administración de construcción de obras, y a la construcción de obras en combinación con actividades de servicios (INEGI, 2014). De esta manera, el concepto de industrialización se refiere al “desarrollo de la actividad industrial en una región o país implantando en él industrias o desarrollando las que ya existen” (Larousse, 2007).

Una de las cuestiones fundamentales en torno al tema de la industrialización en México consiste en cuál sería la ponderación adecuada para cada uno de los elementos que intervienen en el proceso de industrialización. Si bien, el crecimiento económico moderno de México tuvo su origen en la afluencia de inversión extranjera y el surgimiento de empresarios nacionales, durante la dictadura de Porfirio Díaz; además de que “la Revolución dio nuevas formas a la estructura social mexicana y a las posibilidades de movilidad social, con características muy favorables para el auge económico posterior a 1940” (Hansen, 1983).

No obstante, hacia 1980 muchos economistas e historiadores consideraban a la industrialización como un fenómeno en cierto sentido espontáneo. “Gran parte de estos investigadores se basaron en la idea de que la industrialización mexicana moderna empezó a gestarse durante la segunda guerra mundial, cuando se hicieron inaccesibles las manufacturas provenientes de las naciones beligerantes, lo que constituyó un incentivo para la sustitución de importaciones” (Haber, 1989). Se investigaba el tema de la industria en México sin abarcar temas relacionados con el origen y desarrollo de la manufactura mexicana, el origen social de los empresarios, la historia microeconómica de las empresas individuales y otros temas que están directamente relacionados con el proceso de industrialización, por lo que “las investigaciones que se realizaban daban la impresión de que la industria mexicana

había surgido de la nada, milagrosamente, en la década de 1940, cuando el gobierno empezó a publicar informes acerca de ella” (Haber, 1989).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, empezaremos por abordar los inicios de la industrialización en México de acuerdo a los primeros indicios que se gestaron en el siglo XIX.

## **2.1 México y la industrialización**

El período que sucedió una vez iniciada y consumada la Independencia de México, se caracterizó en general por un estancamiento económico, derivado principalmente de los conflictos armados y la grave inestabilidad política en la que se encontraba el país. Durante sus primeros cincuenta años de independencia, los asuntos de México fueron dirigidos por más de cincuenta gobiernos, como con treinta diferentes hombres actuando como presidentes (Hansen, 1983), lo cual provocó una influencia negativa en el desarrollo económico. No obstante, diversos historiadores han subrayado la experiencia industrial que ha tenido México, desde el periodo posterior a la Independencia. Jan Bazant destacó la importancia de la industria textil algodonera cuyos orígenes se remontaban a la década de 1830. Dawn Keremetsis investigó el desarrollo de esta industria a lo largo del siglo XIX, al cual Fernando Rosenzweig agregó el desarrollo institucional de otras industrias. Por su parte, Robert Potash demostró que el papel intervencionista del Estado no era nuevo en el México del siglo XX, ya que el gobierno mexicano había intervenido en los mercados de crédito desde la década de 1830 para promover el crecimiento industrial (Haber, 1989).

Ya en el período histórico comprendido entre 1876 y 1910, conocido como el porfiriato, diversas investigaciones han señalado que fue el período en que se instaló gran parte de la capacidad industrial de México. Algunos ejemplos son la industria de textiles de lana y algodón, que tuvieron un amplio desarrollo antes de 1910, mientras que la industria cervecera, del cemento, del acero, del papel, del jabón y del vidrio, fueron fundadas entre 1890 y 1910 (Haber, 1989).

Así mismo, en este período se alcanzó un grado de industrialización considerable y un sostenido crecimiento económico. Uno de los factores que contribuyeron de manera primordial a la consecución de dicha industrialización fue la paz relativa del régimen, lo cual coadyuvó a que las inversiones extranjeras se sintieran atraídas por la imagen de pacificación en el país. La estabilidad política fue el ingrediente esencial del

crecimiento porfirista, debido a la estrategia para el desarrollo que adoptó el gobierno de Díaz. En esencia, esta estrategia consistía en adoptar todas las medidas necesarias para atraer a México a la inversión extranjera, “de acuerdo a la teoría de que el capital, la técnica y los mercados que los extranjeros tenían bajo su dominio, eran indispensables para el crecimiento de México” (citado por Hansen, 1983).

Ciertamente podemos afirmar que dicha estrategia contemplaba el uso eficiente de la tecnología como una táctica económica para promover y desarrollar el proceso de industrialización. El gobierno de Díaz tuvo en consideración los beneficios de seguir una política de fomento a la industria mexicana, de tal manera que se crearon las condiciones propicias para la inversión extranjera y principalmente los mecanismos para acrecentar y acelerar tal proceso de industrialización. “En realidad, fue durante el porfiriato, y no en los años cuarenta, cuando el gobierno mexicano empezó a seguir una política de sustitución de importaciones” (Haber, 1989), teniendo como prioridad el subsidio federal a las industrias mexicanas importantes, así como una combinación de impuestos a las importaciones y al consumo interno. En este sentido, Edward Beatty considera que el gobierno porfiriano dispuso de una organización administrativa burocrática capaz de diseñar y aplicar políticas públicas técnicamente bien diseñadas, teniendo como objetivo prioritario una jerarquización de las tarifas arancelarias de modo que fueran más altos en los productos finales que en los insumos (Gómez, 2003). Además, como en casi todas las demás actividades productivas, el gobierno trató de estimular la inversión en la industria, tratando de atraer capitales sin recurrir al proteccionismo.

De igual forma, es importante destacar que México tenía industria antes del porfiriato. Lo que resulta significativo es que en dicho período se llevó una transformación muy importante de las manufacturas; que se había cimentado fundamentalmente en la producción de talleres artesanales pero que pronto encontró un cause productivo a gran escala mediante su integración en grandes fábricas que utilizaban los métodos más avanzados de producción importados directamente de Europa y Estados Unidos, ya sea a través de la inversión extranjera o el subsidio del gobierno federal a la industria mexicana. Es por ello que diversos historiadores económicos consideran que México experimentó “un proceso de evolución industrial en el cual el crecimiento de la industria manufacturera se realizó durante un período prolongado, en el cual las instituciones de crecimiento fueron transformadas lentamente: primero el taller artesanal, después la protofábrica o la fábrica no mecanizada, hasta llegar al sistema fabril” (Haber, 1989).



No obstante, la industria nacional estaba muy rezagada con respecto a la industria estadounidense, debido principalmente a que el crecimiento de mercado se encontraba en una situación muy precaria, que a su vez se debió al poco desarrollo de la infraestructura carretera y de transporte, lo que ocasionaba altos costos del mismo. Es por ello que una de las mejoras que más urgentemente necesitaba el país en aras del desarrollo de un mercado interno, era el sistema de transporte.

En 1820 México poseía tan sólo tres caminos que incluso estaban en malas condiciones. Esta condición fue la principal causante del prohibitivo costo del transporte. “En una época en que el algodón se vendía a quince centavos por libra en los mercados de Estados Unidos, el productor veracruzano gastaba trece centavos por libra para llevar su fibra del campo al comprador” (Hansen, 1983). Es evidente que bajo estas condiciones, desarrollar un mercado nacional fuera un proyecto básicamente inviable. Así mismo, la estructura del sistema fiscal mexicano producía bajos ingresos a los productores nacionales, debido en buena medida a los impuestos que se aplicaban a las transacciones, tanto federales como estatales que, en suma, significaban una carga muy pesada para la producción interna destinada al comercio. Esta estructura impositiva ocasionaba que los productos nacionales tuvieran un costo muy elevado en comparación de sus competidores importados, a pesar de los elevados aranceles que pagaban los artículos de importación. De esta manera, los malos transportes y los impuestos internos jugaban un papel que afectaba de forma dramática al crecimiento del productor nacional ya que el costo total que debía asumir era mayor que sus rivales estadounidenses o europeos.

Es por ello que en la dictadura de Díaz se dio una prioridad política y económica para aminorar estos problemas como una condición necesaria para la industrialización ya que, si bien, en México surgió un proceso similar al de Estados Unidos, la falta de un mercado y demanda internas se presentaron como un obstáculo para este proceso desde el principio. En este sentido, el desarrollo de un mercado interno y la diversificación y crecimiento de las exportaciones mexicanas estuvieron íntimamente ligados durante el porfiriato, ya que “a medida que crecían las exportaciones, también crecía la demanda de los inductos productivos de parte del sector exportador y el poder adquisitivo de los que obtenían su ingreso de ese sector. En ambos casos, el resultado fue estimular la ampliación de la producción interna” (Hansen, 1983).

Bajo la influencia combinada de estos factores políticos y de mercado, podemos determinar que en este período surgió en México un “sector industrial”. En un lapso de 10 años aumentó el consumo per cápita de telas de origen fabril en un 25%; el consumo de azúcar refinada un 50%. Se dio un incremento muy importante en la

producción nacional de artículos industriales como cemento, dinamita, acero, vidrio; artículos de consumo como tabaco, bebidas, comestibles elaborados y muchos otros. El naciente modelo de sustitución de importaciones quizá fue más notable en el caso de los artículos baratos de algodón, ya que la proporción de las importaciones en el mercado interno disminuyó de 32% en 1889 al 3% en 1911 (Hansen, 1983).

Sin embargo, aunque el desarrollo industrial mexicano en este periodo se dio de una forma ciertamente limitada, es relevante destacar que este desarrollo industrial benefició principalmente a los grandes inversionistas, que se trataba de capital proveniente en gran medida de Inglaterra, Francia y Estados Unidos, lo que conllevó a una dependencia muy arraigada del desarrollo interno con estos centros hegemónicos. Por su parte, Fernando Rosenzweig observaba que bajo el porfiriato se dio una expansión de la gran empresa industrial a costa de los talleres artesanales y las pequeñas y medianas empresas, así como una concentración espacial de la producción industrial en el centro y norte del país (Gómez, 2003). En este contexto, los salarios se encontraban en un nivel excesivamente bajo que, en combinación con la represión política convertía al régimen de Díaz en un verdadero sistema de explotación.

### **2.1.1 El período revolucionario**

Durante los primeros diez años de la Revolución Mexicana, la economía nacional tuvo una severa baja en la producción minera, la cual descendió durante este período en 40%, mientras que la manufacturera descendió en 9%, además de que la producción agrícola tuvo un decremento significativo. Sin embargo, en este período podemos señalar dos cambios importantes provocados por el proceso revolucionario que afectaron directamente al crecimiento industrial en México: en primer lugar se dio una transformación radical entre industriales y gobernantes y, en segundo la relación entre industriales y trabajadores tuvo un cambio significativo.

Sobre el primer cambio, Stephen Haber ha subrayado el hecho de que a pesar de la gran inestabilidad política provocada por la Revolución y de los importantes cambios legales en cuanto a los artículos 27 y 123 de la Constitución de 1927, la inversión nacional y extranjera se mantuvo en ascenso durante los años siguientes. Esto se debió principalmente a que la integración vertical y el burocratismo existente entre empresarios y el gobierno durante el porfiriato perduró durante el período posrevolucionario. En este sentido, el principal cambio sociopolítico que se produjo en

el país es que “después de la Revolución serían las organizaciones obreras, en vez de un grupo de actores individuales, los garantes de que la integración vertical entre empresarios y gobierno se mantuviera” (Gómez, 2003). En cuanto a los cambios que hubo en el ámbito laboral, hubo importantes mejoras respecto al régimen anterior: los salarios reales aumentaron, se dieron incrementos de vivienda, desaparecieron las multas y otros gravámenes, mejoraron significativamente las condiciones laborales, se ampliaron las oportunidades de educación, etc. No obstante, es importante destacar que muchos de estos logros alcanzados en el nivel de vida de la población se dieron antes de la caída de la dictadura de Díaz, a raíz de las primeras luchas obreras que se suscitaron en fábricas y regiones a lo largo del país. De hecho, la Constitución de 1917 no hacía más que plasmar en la ley los logros que muchas veces fueron alcanzados por el movimiento obrero en todas sus vertientes como consecuencia directa de la lucha encabezada por los trabajadores rurales y urbanos, y no por los nuevos líderes revolucionarios (Gómez, 2003).

En la esfera económica, surgieron varias instituciones que desempeñarían un papel destacado en el desarrollo económico de las décadas posteriores a 1940. En 1925, bajo el gobierno de Plutarco Elías Calles, se funda el Banco de México con el fin de reestablecer la normalidad en el sector bancario. En 1931 se reformó la Ley Monetaria, reforma conocida como la Ley Calles, la cual desmonetizaba la circulación de las monedas de oro, pero conservó este metal como respaldo, y aceptaba la circulación de las de plata. Durante sus estos años, Banxico se constituyó como la principal institución de la superestructura financiera mexicana y desarrolló una serie de controles financieros que, a partir de 1940, fueron utilizados para influir en el crecimiento económico, tales como la regulación de la oferta monetaria total y la asignación de los créditos bancarios. En 1941, el Banco de México adquirió una mayor autoridad legal para cambiar las disposiciones sobre las reservas y variar las tasas de descuento, así como para comprar y vender valores públicos y privados.

Una segunda aportación importante en la esfera económica fue la conformación de la Nacional Financiera, la cual ha sido considerada por Raymond W. Goldsmith como “la más importante contribución original que ha hecho México, en lo que respecta a las instituciones financieras que toman parte en el financiamiento del desarrollo económico y la promoción del crecimiento económico” (Hansen, 1983). La creación de esta institución, en 1934, obedecía a la necesidad de otorgar liquidez y flexibilidad a los bancos que, en medio de la crisis de la Gran Depresión de 1929 y las dificultades del México posrevolucionario, se veían en la necesidad de hacer efectivas sus garantías reales, adjudicándose inmuebles y terrenos rústicos. Por ello, la Nacional

Financiera concentró sus actividades inversionistas en el financiamiento de los sectores básicos de la economía a través de créditos a largo plazo.

Entre 1934 y 1940, Nafin “se convirtió en el agente más importante del mercado mexicano de valores, particularmente en apoyo de las obligaciones del gobierno federal; también concedió créditos industriales, suscribió emisiones de bonos, destinó fondos para algunos proyectos de servicio público, desempeñó el primero de sus muchos papeles como empresario al organizar un banco y emitir sus propios valores (Hansen, 1983). A principios de la década de 1940, el gobierno estableció el desarrollo de la infraestructura del país y la promoción de la inversión productiva como los objetivos esenciales de la labor de Nacional Financiera. De esta manera, cuando México adoptó formalmente el modelo de industrialización basado en la sustitución de importaciones al finalizar la Segunda Guerra Mundial, Nacional Financiera contribuyó de manera importante al funcionamiento de empresas públicas estratégicas para el desarrollo del país, destinando una proporción creciente de sus recursos al financiamiento de inversiones de infraestructura, sobre todo energía eléctrica y ferrocarriles.

De igual forma, a finales de la década de 1930 se constituyeron otras diversas instituciones financieras con el objetivo específico de coadyuvar al desarrollo económico, tales como el Banco de Crédito Agrícola y el Banco de Crédito Ejidal, que otorgaban créditos destinados a la producción agrícola; y el Banco de Comercio Exterior, destinado a facilitar el crecimiento de las exportaciones mexicanas.

Es así como durante este período, se llevó una profunda reorganización del sistema bancario, en el que se logró desarticular la hegemonía de las agencias bancarias extranjeras, nacionalizando el crédito y asegurando la acumulación interna de capital; sobre todo, porque “el control del sistema bancario y financiero quedó en manos de una fracción de la burguesía ligada al capital industrial y orientada fuertemente hacia el mercado interno, respondiendo, de esta manera más a una necesidad de desarrollo hacia dentro, que como lo fue antes bajo el control del capital francés” (Barcelata, 2008)

Así, podemos considerar que en este período posrevolucionario hasta 1940 se dio un período de transición, una ruptura entre el esquema rural, orientado al exterior e industrialmente atrasado, característico del porfirismo, a un México que logró modernizar su economía volviendo el eje de acumulación de capital hacia el mercado interno y encaminando un proceso de industrialización que, a pesar de la

ininterrumpida dependencia con el exterior, permitió una consecución de nuevos espacios para el desarrollo económico.

### **2.1.2 El “Milagro Mexicano”**

El antecedente inmediato a las décadas de gran crecimiento económico, históricamente conocido como el “Milagro Mexicano” está enraizado con la serie de reformas que se llevaron a cabo durante la presidencia del General Lázaro Cárdenas, durante el período de 1936-1940. De acuerdo a Hilario Barcelata (2008), “el fin fundamental del proyecto cardenista, se resume a la creación de las condiciones tanto sociales como económicas que permitirán garantizar la acumulación del capital, lo cual significaba, reformular las bases sobre las que se deben las relaciones de producción”.

Bajo su mandato, Cárdenas logra articular políticas encaminadas a potenciar el proceso de industrialización, interviniendo directamente en áreas productivas que impulsaran dicho proyecto, como el petróleo. Así mismo, el movimiento obrero tuvo un papel muy destacado en el proyecto reformista de Cárdenas en torno a las cuestiones más relevantes de la Revolución que todavía no habían encontrado un cause productivo que beneficiara al gran conjunto de la población, contribuyendo de esta manera al desarrollo económico: la mano de obra y la reforma agraria. Así, el proyecto político buscó de manera explícita una mayor participación política de las masas, con el fin de reformar las fuerzas políticas y económicas provenientes de la Revolución, que respondieran a las necesidades de modernización del aparato productivo. En este sentido, lo que se busca no es generar las condiciones para interrumpir el modo de producción capitalista en México, sino que precisamente “modifica las condiciones jurídico políticas de las relaciones de producción para su mejor funcionamiento y expansión” (Barcelata, 2008).

Algunas de las acciones que Lázaro Cárdenas llevó adelante durante su mandato fueron: la aprobación del contrato colectivo; el establecimiento del salario mínimo; la reforma agraria, mediante la cual repartió más tierras que ninguno de sus predecesores desde la revolución de 1910; la legislación de una nueva vigencia a la Ley Federal del Trabajo, promulgada desde 1931; que permitió las huelgas a gran escala y satisfizo las demandas de los obreros y campesinos. Además, apoyó de manera plena los derechos de los trabajadores y del Estado de expropiar las fábricas

donde se comprobaba la inactividad de máquinas productivas o donde se infringieran las leyes laborales.

Gracias a la reorganización del sistema bancario y el establecimiento de nuevas instituciones financieras, que señalamos en líneas anteriores, el país tuvo un sendo crecimiento económico durante el mandato del General Cárdenas: el Producto Nacional Bruto real aumentó en 30% en dicho período; la agricultura creció a tasa anual en 2.1%, las manufacturas en 7.2%; la industria eléctrica en 3.4%; los transportes en 2.5%; y en el comercio en 6%. De manera similar, se fortaleció el mercado interno y se observó una notable expansión industrial.

No obstante, el sector primario siguió prevaleciendo como eje esencial para el desarrollo económico de México. La agricultura y la minería siguieron teniendo una importancia preponderante en la economía mexicana, mientras que la industria tuvo un porcentaje de ocupación ligeramente en ascenso durante las últimas décadas, aunque si bien esta misma condición económica permitió un desarrollo industrial para las etapas posteriores, ya que incrementó el suministro de materias primas para la industria, al mismo tiempo que expandió la oferta de productos alimenticios y provocó el abaratamiento de la fuerza de trabajo que se empleaba en la industria, a la vez que expandió el mercado interno (Barcelata, 2008). Aunado al financiamiento de sexenios anteriores y a las políticas de fomento del gobierno cardenista, el crecimiento de la industria de 1929 a 1940 fue de 65.3%. En este escenario, el proyecto cardenista sentó las bases para el posterior crecimiento económico y la consolidación del aparato político posrevolucionario.

En los años de 1940 se dio una amplia acumulación de capital como consecuencia del fortalecimiento de la burguesía industrial producto de las medidas impulsadas por Lázaro Cárdenas en cuanto a concesiones y la política proteccionista del Estado. Esto mismo permitió que se garantizara la acumulación del capital en sexenios posteriores, respondiendo esencialmente a las condiciones creadas por la segunda guerra mundial y su impacto en el desarrollo de la economía mexicana. El conflicto bélico internacional obligó a que muchas economías que exportaban bienes manufacturados a México se vieran imposibilitados de seguir produciéndolos, dada la necesidad de proyectar la actividad industrial hacia la producción bélica.

Bajo estas circunstancias, se intensificó la producción de bienes manufacturados con el objetivo de satisfacer la demanda interna a gran escala, así como para exportar a las economías en guerra alimentos, materias primas y los artículos de manufactura que se volvieron escasos durante el conflicto. De tal forma, el volumen de la

producción manufacturera creció en un 34% durante los primeros 5 años de la cuarta década; los ramos industriales más beneficiados fueron la preparación y conservación de alimentos, que elevó su volumen de producción en un 243% en el período 1939-1947, y el valor de dicha producción en un poco más de 1000% en el mismo período. Por su parte, la producción de hierro y acero se incrementó en un 122% y su valor en un 351%, en el mismo período; el cemento, tuvo un volumen 61.2% superior y aumentó 264% en su valor. En el caso del vidrio, éste creció en un 104% en su volumen y en un 235% en su valor (Barcelata, 2008).

No obstante, es importante considerar que la nueva forma en que se configuró la industria nacional, se debió en gran medida, como hemos señalado, a la segunda guerra mundial, por lo que la producción no se basó fundamentalmente en el mercado interno, sino que respondió en un principio al contexto internacional. En este caso, podemos ver que la expansión industrial no se desarrolló con profundidad, ya que dicha expansión se dio principalmente en las manufacturas tradicionales.

Esta diversificación anquilosada constituyó un serio problema a la industria nacional, ya que la expansión de la industria se volvió cada vez más dependiente a la demanda de los mercados internacionales, y una vez finalizada la guerra, se cerraron dramáticamente las oportunidades de expansión a las manufacturas mexicanas, ya que el fin del conflicto significó la reactivación de la hegemonía de los grandes capitales transnacionales, que vertiginosamente centralizaron el abastecimiento de la demanda mundial de bienes manufacturados, un renglón que hasta entonces había sido decisivo para la industria mexicana. Por otra parte, también estaba la dificultad de renovar la maquinaria y el equipo gastado que habían cumplido su ciclo productivo durante este período.

Como una propuesta a esta problemática, el gobierno de Miguel Alemán asumió la responsabilidad de gestionar una política orientada a satisfacer las necesidades de la industria nacional en cuanto a la renovación del capital fijo, optando principalmente por diversificar la producción y cubrir los aspectos esenciales del financiamiento. Aunque realmente estas medidas respondían a las necesidades coyunturales del modelo de sustitución de importaciones, “esta diversificación, en si misma era ya una sustitución sin proponérselo, pero no nace de la necesidad de impedir las importaciones de los bienes que ahora se producirían dentro del país, sino de la de expandir la industria a través de ellos” (Barcelata, 2008).

Una de las cuestiones cruciales que mostró el proceso de industrialización en México durante este período fue, indudablemente, la profundización de dicho proceso

directamente en función de un mayor uso de la tecnología. Esta cuestión deviene en el hecho de que, para que la producción de las manufacturas mexicanas tuvieran verdaderas oportunidades de competir en el mercado mundial, necesariamente se debió dar un uso intensivo a los métodos de producción más eficientes, de tal manera que se permitiera la acumulación del capital y la industria nacional tuviera nuevos y mejores mecanismos para el abastecimiento del mercado interno y la competitividad a nivel internacional.

Dada la necesidad de profundizar esta etapa del proceso de industrialización a través de medios de producción más avanzados y la incapacidad de llevarlo a cabo, el gobierno se vio obligado a abrir gradualmente la entrada a la inversión extranjera, lo que significó supeditar la industria nacional a la dependencia tecnológica. Mónica Peralta ve esta dependencia de la industria nacional en relación con el capital extranjero “lo que imposibilita objetivamente para ser portadora de un proyecto de liberación nacional. Su reproducción como fracción del capital, es imposible al margen de la reproducción de la dependencia. Esto indica la fusión entre dos contradicciones antagónicas: la específicamente capitalista y la que se deriva de nuestra inserción como país dependiente en una estructura de relaciones de producciones mundiales” (Peralta, 1978).

Fue de esta manera como se tornó a una nueva implantación a las inversiones extranjeras que durante el gobierno de Cárdenas tuvieron gran estrechez sobre la economía nacional. Así, las inversiones extranjeras, de capitales predominantemente norteamericanos, ascendieron a 413 millones de dólares en 1940, a 582 millones de dólares en 1946; a 728 millones en 1952 y a 1 169 millones de dólares en 1958; a 1 474 millones en 1964 y a 2 822 en 1970 (Barcelata, 2008).

Por otro lado, si comparamos las cifras de los saldos que la inversión extranjera tuvo sobre el PNB, podemos observar que tuvieron un papel significativo para el crecimiento económico. De esta forma, en el sexenio de 1940 a 1946, estas inversiones crecieron ritmo de 6.5% anual, en tanto que el PNB creció 7.2%. De 1947 a 1952, la primera lo hace en un 4.2% y el segundo a un 6.8%. De 1953 a 1958 crecen en un 7% y 7.8% respectivamente. De 1959 a 1964 en un 6.8% ambas, y de 1965 a 1970 en un 7.4% la primera y 6.8% el segundo (Barcelata, 2008). Esto quiere decir que la inversión extranjera fue teniendo cada vez más un papel preponderante en la economía a tal grado de sobrepasar el ritmo de crecimiento al del Producto Nacional Bruto. De este modo, en combinación con las políticas proteccionistas y las políticas salariales, la penetración del capital extranjero en la economía nacional permitió obtener los medios de producción necesarios para contrarrestar la pérdida de



dinamismo que sufrió en el período de la posguerra intensificado principalmente, como hemos señalado, en la reconfiguración del mercado mundial que dificultó la exportación de manufacturas mexicanas; y la falta de diversificación que posibilitara la competencia a nivel nacional e internacional.

### **2.1.3 Un nuevo paradigma de industrialización**

A finales de la década de 1950, se generaron una nueva serie de condiciones que produjeron cambios en la economía y en el proceso de industrialización en México. Uno de los principales elementos que caracterizará estos cambios, es la expansión de la industria transnacional que terminó por centralizar la producción nacional y por consiguiente, la capacidad de definir, a partir de entonces, las condiciones para el desarrollo de la producción industrial. Esto significó una forma de dependencia muy acentuada que a la postre determinaría el rumbo del desarrollo económico del país.

Esta centralización del sector industrial se intensificó a raíz del conjunto de medidas de política económica llevadas a cabo por el gobierno, a partir de 1958, que permitieron el arraigo de la inversión extranjera en México; pero además y de manera muy importante, por la nueva configuración del capitalismo mundial, en el que se intensificó la hegemonía del capital norteamericano en nuestro país.

Uno de los aspectos manifiestos de dicha hegemonía es el fomento y posterior consolidación de las condiciones propicias para la aceleración del proceso de acumulación del capital, lo que conllevó a que dichas condiciones estuvieran orientadas a los intereses de los monopolios extranjeros y fueran diametralmente opuestas a un determinado proyecto de desarrollo nacionalista; anclando de esta forma la dependencia de un desarrollo económico a los intereses de los monopolios.

Como resultado directo de estas condiciones, la industria se especializó cada vez más en la producción de bienes de consumo, aumentando el crecimiento de este rubro; mientras que los medios de producción tuvieron un crecimiento inferior. Mientras que en 1939 el 79.1% del valor bruto de la producción industrial correspondía a ramas productoras de bienes de consumo, 15.4% a los bienes intermedios y 5.6% a los bienes de capital; en 1950 la relación se mantuvo sin variaciones importantes, con el 73.9% para bienes de consumo, 17.6% para bienes intermedios y 8.5% para bienes de capital. Esta misma situación provocó que la estructura de las importaciones se adecuara a la producción nacional, ya que las importaciones de bienes de capital, como es lógico, fueron en aumento debido a que no se producían de manera significativa en el país, mientras que se dio una reducción en la importación de bienes

de consumo. Para 1958, la relación entre bienes de consumo, bienes intermedios y bienes de capital fueron de 8.9%, 32.4% y 58.7%, respectivamente.

La inversión pública, por su parte, destaca en su papel para el fomento industrial, que en 1945 era de 132 millones de pesos, y en 1955 de 1 738 millones de pesos, lo que significó un crecimiento de más de 1000%, además de que su participación porcentual en el total de la inversión pública, pasó de 15% en 1945 a 39% en 1955 (Buirá, 1968).

No obstante, como se ha visto, el papel del Estado no se limitó a la inversión en áreas estratégicas, sino que contribuyó a generar una serie de condiciones que favorecieron directamente a la burguesía industrial nacional: en primer lugar, gracias a la intermediación financiera que había alcanzado un amplio desarrollo en estos años, lo cual permitió transferir el ahorro generado en las actividades agropecuarias a las actividades industriales; la estructura fiscal se utilizó como un mecanismo para el fomento industrial, ya sea vía exención de impuestos y/o financiamiento directo; el incremento considerable del ejército industrial de reserva derivado de la creciente migración de la población rural a la ciudad permitió mantener los salarios bajos; y “la amplia expansión de los cultivos para exportación, permitió un fuerte ingreso de divisas al país, lo que a su vez, posibilitó el financiamiento de las importaciones de bienes intermedios y de capital necesarios, cada vez en mayor medida para la expansión industrial (Barcelata, 2008).

Sin embargo, aunque se dieron amplias concesiones a favor de la burguesía industrial nacional, las bases que permitían su desarrollo y expansión no eran consistentes, ya que al mismo tiempo se gestaron las condiciones que consolidaron aún más la dependencia con el exterior, de tal forma que el mismo desarrollo industrial generó contradicciones que repercutirán en la economía nacional en el período posterior a 1958.

Este período se caracterizó por la vertiginosa expansión de las industrias transnacionales, que al monopolizar la producción nacional, terminaron por definir de manera decisiva las condiciones para el posterior desarrollo de la producción industrial, lo que significó una supeditación de la industria nacional a los intereses de aquellos.

La industria se encontraba seriamente atrasada respecto a los competidores del exterior, condición agravada por la política arancelaria que implementó el gobierno a los bienes de consumo final. Esto impidió a las manufacturas mexicanas la oportunidad de competir provechosamente frente a la agresiva expansión de los monopolios extranjeros, lo que conllevó a graves consecuencias para la estructura

productiva del país, ya que la industria trasnacional, una vez instalada en el país, aprovechó la política proteccionista y su alta competitividad le otorgaron una amplia ventaja frente a las empresas nacionales, socavadas por el mercado sobreprotegido.

Así mismo, el énfasis puesto en la protección a los bienes de consumo final que se producían en el país, condujo a que se optara por aplazar la producción de bienes intermedios y de capital y se tuvieran que importar; situación que las empresas trasnacionales emplearon a su favor, no para la producción de dichos bienes al interior de la economía nacional, sino precisamente con la competencia desigual de los bienes que ya se producían en México y que acabó con la ruina de las empresas nacionales dedicadas a la producción de bienes de consumo final

En comparación con los bienes intermedios y bienes de capital, el sector de bienes de consumo tiene una participación que desciende del 73.9% en 1950 a 54.1% en 1969, aunque su preponderancia respecto a los demás sectores sigue siendo significativa. En lo que respecta al sector de bienes intermedios, la industria química retiene la participación más significativa en el período, mientras que en el sector de los bienes de capital un muestra un crecimiento de su participación menos relevante, destacándose principalmente la industria del transporte que pasa de 3.2% a 7.6% y la de maquinaria eléctrica que pasa de 1.7% a 4.3% (Villareal, 1981).

Con base en ello, podemos afirmar que la industrialización del país fue rezagándose con respecto al desarrollo industrial de los centros hegemónicos internacionales. Este rezago significó que en los 30 años de industrialización, sólo se pudo crear una estructura productiva con un relativamente bajo desarrollo del Sector I (medios de producción). El escaso desarrollo de este sector, aunado a la falta de diversificación provocó una seria dificultad para satisfacer los requerimientos de reposición de los medios de producción del país, y la imposibilidad del mismo de influir en el proceso que origina estos fenómenos, con el fin de revertirlos.

Este fue básicamente el esquema de dependencia al que se sometió el desarrollo industrial, ya que al impedir el desarrollo y diversificación del Sector I, se anquilosó la industria dedicada a la especialización de la producción en ramas industriales pertenecientes al Sector II, y con ello a todo el aparato productivo. Así, “la integración del mercado externo a las condiciones de reposición y reproducción del capital a nivel interno, no es sino el reflejo y la forma velada en que se presenta la integración de la economía nacional y específicamente del sector industrial a la reproducción del capital social de los monopolios trasnacionales” (Barcelata, 2008).

Aunque la economía mexicana mantuvo su rápido crecimiento durante la mayor parte de la década de 1970, fue socavado progresivamente por la mala gestión fiscal, por un pobre sector industrial de las exportaciones y un fuerte deterioro resultante del clima de inversión. El PIB creció más del 6 por ciento anual durante la administración del presidente Luis Echeverría (1970-1976), y en alrededor de una tasa de 6 por ciento en el de su sucesor, José López Portillo (1976-1982). Sin embargo, la actividad económica fluctuó dramáticamente durante esta década, con fases de rápido crecimiento, seguida por depresiones agudas en 1976 y 1982. El despilfarro fiscal combinado con la crisis del petróleo de 1973 exacerbó la inflación y alteraron la balanza de pagos, que se volvió incontrolable y la fuga de capitales se intensificó, lo que obligó al gobierno en 1976 a devaluar el peso en un 58%. Esta acción terminó con el tipo de cambio que venía siendo fijo desde hace 20 años en México.

Aunque los descubrimientos de hidrocarburos en 1976 permitieron una recuperación temporal, los ingresos extraordinarios por la venta de petróleo también permitieron la continuación de las políticas fiscales improductivas de Echeverría. A mediados de la década de 1970, México pasó de ser un importador neto de petróleo y productos del petróleo a un exportador importante. El petróleo y la petroquímica se convirtieron en el sector de crecimiento más dinámico de la economía. El aumento de los ingresos del petróleo permitió que el gobierno continuase su política fiscal expansiva, financiado en parte por el aumento de los préstamos del exterior. Entre 1978 y 1981, la economía creció más de un 8 por ciento al año, ya que el gobierno gastó de manera importante en áreas estratégicas de la economía, como la energía, el transporte y las industrias básicas. La producción manufacturera se expandió modestamente durante estos años, al crecer un 8,2 por ciento en 1978, 9,3 por ciento en 1979 y 8,2 por ciento en 1980.

Esta recuperación del crecimiento descansaba sobre una base inestable. La deuda externa de México, y el peso llegó a ser cada vez más sobrevaluado, perjudicando a las exportaciones no petroleras a finales de 1970 y obligando a una segunda devaluación del peso en 1980. La producción de cultivos alimentarios básicos se estancó y el aumento de la población se disparó, obligando a México a principios de 1980 a convertirse en un importador neto de productos. El gobierno aumentó los aranceles al mismo tiempo protegiendo a los productores nacionales de la competencia extranjera, lo que dificultó aún más la modernización y la competitividad de la industria mexicana.

Todo esto fomentó una serie de medidas que fueron abandonando drásticamente el modelo de industrialización en México, bajo el modelo conocido como "Crecimiento

Hacia Fuera” o “Neoliberal”, implementado de 1983 a la fecha. De tal forma que, con el programa de privatizaciones, la disminución del gasto público y la apertura comercial, México se volvió una economía consolidada en la dependencia, en el que desarrolló un modelo basado fundamentalmente en la estabilización macroeconómica y la integración de la economía al mercado mundial que fue y sigue siendo considerada como una alternativa hacia el desarrollo.

## **2.2 El rezago en Ciencia y Tecnología en México 1980-2014**

Para la década de 1980, el modelo de desarrollo de sustitución de importaciones ya había cambiado a un esquema de economía abierta, donde se promueve la inversión extranjera y se desmantela el régimen proteccionista de la economía con lo que se liberan los intercambios. En este contexto, para 1985 el gobierno mexicano suscribe el Acuerdo General sobre Aranceles, Aduaneros y Comercio (GATT). Esto impactó en el intercambio de tecnología puesto que se facilitan las importaciones de tal manera que la planta industrial adquirió nuevos métodos, además la instalación de empresas extranjeras en el territorio nacional trajo consigo técnicos y tecnólogos para la operación de su maquinaria; a la par de que se activó la formación técnica para satisfacer la demanda de recursos humanos capacitados. Siendo esto punto clave para un desarrollo inminente, es importante hacer notar que esta apertura solo benefició a una parte de la población, repercutiendo gravemente en la calidad de vida de los mexicanos, los rezagos en los ámbitos económicos y sociales se incrementaron, acentuando el déficit después del gobierno de Miguel de la Madrid. Se reconoce ampliamente la brecha que existía entre el grado de inversión en materia de Ciencia y Tecnología y desarrollo social.

### **2.2.1 Sexenio de Miguel de la Madrid Hurtado**

Si bien la ciencia en México era aún muy joven, el esfuerzo sostenido para desarrollarse de muchos investigadores y el apoyo de sucesivos gobiernos permitió que, hacia finales de la década de los ochenta, el país contara con hombres de ciencia en las ramas más diversas y con niveles de excelencia que eran reconocidos internacionalmente. Los equipos de investigación que trabajaban en estas áreas publicaban sus estudios en revistas prestigeadas de todo el mundo y eran invitados a

participar en seminarios y conferencias internacionales, como aquéllos sobre superconductividad. La formación de recursos humanos para la investigación científica tuvo su mayor aceleración en las décadas de los setenta y los ochenta: entre 1970 y 1988 la matrícula de posgrado se quintuplicó y el número de investigadores de tiempo completo en las universidades aumentó en una proporción mayor que la de la población estudiantil de posgrado. En 1988, existían cerca de 1500 programas de posgrado y en todas las universidades públicas del país se efectuaban proyectos de investigación en cuando menos dos áreas del conocimiento.

A pesar de que era indiscutible que en México se estaban cosechando importantes frutos de un sostenido esfuerzo intelectual y que había muchos motivos para estar orgullosos, en 1988 prevalecía en la comunidad científica mexicana una profunda preocupación. Después de largos años de restricciones presupuestarias y de enormes sacrificios en todos los sectores productivos del país para sanear su economía, no se sabía cuál podía ser el futuro de la ciencia y la tecnología en México si la crisis se prolongaba indefinidamente. Los estragos que estaba causando la permanente austeridad eran doblemente preocupantes en el sector científico y tecnológico, considerando su corta trayectoria y el reducido número de especialistas que había cerca de dos por cada 10 000 habitantes, mientras que en países desarrollados esta cifra se ubicaba de 20 a 45 en la misma cantidad de habitantes.

En 1986, el Consejo Técnico de Investigación Científica de la UNAM señaló que, de 1978 a 1986 el porcentaje del PIB destinado a ese subsector se había reducido a la mitad.. Entre 1972 y 1986 sus apreciaciones medidas en unidades de salarios mínimos-habían disminuido aproximadamente un tercio. Por ello, los científicos mexicanos estaban en franca desventaja respecto a una persona del mismo nivel de preparación en Estados Unidos, cuyos ingresos ascendían, en promedio, a diez veces más de lo que ganaba un investigador de la UNAM. Finalmente, advirtieron que existía el grave riesgo del aislamiento internacional, ya que cada vez era más difícil la participación de los estudiosos mexicanos en reuniones científicas internacionales, y añadían que esta tendencia no podía continuar por más tiempo, ya que el estancamiento en la ciencia constituía un retroceso.

De acuerdo con informes proporcionados en octubre de 1987 por el director general del Conacyt, Héctor Mayagoitia, en ocasión de una comparecencia ante la Cámara de Diputados, el gasto en ciencia y tecnología se mantuvo durante el sexenio en una proporción cercana a 0.5% del PIB, cifra que representaba más de lo que se invertía 15 años atrás, cuando era cercana a 0.13% del PIB, pero resultaba insuficiente si se pretendía no sólo mantener sino fortalecer la investigación científica. A esto se

agregaba el hecho de que la economía mexicana prácticamente no registró crecimiento alguno entre 1982 y 1988, mientras que su población siguió aumentando y demandando cada vez más productos y servicios.

El gasto que realizaba México en ciencia y tecnología resultaba muy bajo si se comparaba con la situación que prevalecía en otros países, desde la URSS y Estados Unidos que invertían, respectivamente, 4.6% y 3% de su PIB en estas áreas, pasando por Francia, Inglaterra y Japón, que le dedicaban alrededor de 2%, hasta naciones más cercanas a los niveles de desarrollo de México, como España, Argentina y Brasil, que destinaban a este rubro entre 1% y 1.5% del PIB. Mayagoitia informó que éste era el nivel de inversión que generalmente se recomendaba para países como el nuestro. Por otro lado, también existían los casos de Austria, Noruega y Dinamarca, naciones en las cuales se invertía una proporción del PIB similar a la que se canalizaba en México hacia estas áreas y que, sin embargo, contaban con un alto nivel de desarrollo tecnológico y participaban activamente en los mercados internacionales de productos manufacturados.

Esta experiencia indicaba que si el monto de la inversión que efectuaba un país en ciencia y tecnología era muy bajo, la forma como se aplicaban los recursos disponibles se volvía aún más decisiva. Consciente de lo difícil que resultaba preservar el quehacer científico en la situación actual, el gobierno consideró que el profundo deterioro de los salarios académicos y la pérdida de recursos humanos altamente calificados en los centros de investigación eran problemas que debían ser atendidos con urgencia. En vista de que la situación económica del país impedía una mejora global a los salarios académicos o a los fondos para la investigación, se optó por otorgar estímulos económicos directos a los investigadores que laboraban en el país. En 1984 se formalizó por decreto presidencial el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que operó mediante la coordinación de la SEP, el Conacyt y la Academia de la Investigación Científica, con el propósito de preservar la planta de investigadores del país, propiciar la superación y producción de los científicos y fomentar la autoevaluación de la comunidad científica.

El Conacyt apoyó el desarrollo científico y tecnológico por medio del financiamiento complementario a proyectos presentados por individuos o instituciones en respuesta a convocatorias públicas. Para hacerse acreedor a una ayuda de este tipo, las propuestas debían tener una alta calidad y estar enmarcadas en uno de los 11 programas indicativos identificados como prioritarios en el Prondetec. Otro tipo de apoyo que ofreció el Conacyt a la comunidad científica fue el financiamiento complementario para su participación en reuniones científicas, para publicaciones o

para la contratación de investigadores visitantes. Además, se mantuvieron relaciones bilaterales de cooperación científica con aproximadamente 40 países, que condujeron al intercambio de especialistas en problemas que los afectaban a ellos en forma similar que a México. Tan sólo durante 1987, el Conacyt realizó otras 913 acciones de apoyo en todos estos rubros. En el sector tecnológico se apoyaron múltiples proyectos en áreas vitales para el bienestar de grandes grupos de la población. Así, por ejemplo, entre 1983 y 1987 se llevaron a cabo 323 proyectos en agroindustria, encaminadas al mejoramiento, la conservación y el manejo de productos tales como maíces criollos, frijol, pinos, hortalizas, maderas, etcétera.

La iniciativa privada, por su parte, también realizó tareas que permitieron una mayor vinculación entre la ciencia, la tecnología y la producción. Así, por ejemplo, a partir de 1984 la Canacindra organizó cada año la Expo-tecnológica, con la cual se promovió la confluencia de oferentes y demandantes de servicios y apoyos tecnológicos. En el ámbito de la formación de recursos humanos, otra de las responsabilidades tradicionales del Conacyt, hubo cambios fundamentales desde el inicio del sexenio que permitieron hacer un uso más eficiente de los medios disponibles. A partir de 1983, se frenó la tendencia de becar a los estudiantes mexicanos para realizar estudios en el exterior y, en cambio, se estimuló su inscripción a los programas del posgrado nacional, a la vez que se dedicaron grandes esfuerzos al fortalecimiento de éste. Antes de 1982 había tres becarios del Conacyt en el extranjero por uno que estudiaba en el país. Pero de 1983 a 1988, 80% de los 10 907 estudiantes que fueron becados por Conacyt permanecieron en México y sólo 20% restante fue apoyado para efectuar estudios en el extranjero, generalmente en el nivel de doctorado. Para 1988 los becarios de Conacyt representaban en el panorama nacional 50% de la matrícula de posgrado en ciencias naturales y exactas, 35% en ciencias agropecuarias, 23% en ciencias biomédicas y 10% en ingeniería y tecnologías. Esta distribución reflejaba las prioridades establecidas en el Prondetyc para la formación de los nuevos cuadros de científicos que necesitaba el país

#### *Inversión en desarrollo farmacéutico*

En la química-farmacéutica se atendió el cuadro básico de medicamentos, de manera que en 1987 ya se obtenían 33 de los 63 principales componentes de los productos farmacéuticos más importantes. Se realizaron 50 proyectos distintos en relación con el sismo de 1985 en colaboración con el Departamento del Distrito Federal. Los resultados de estos proyectos fueron de gran importancia para toda la industria de la construcción. También se apoyaron estudios en electrónica, metalmecánica y



petroquímica. En total se iniciaron 652 proyectos entre 1983 y 1987, de los cuales cerca de 200 fueron concluidos satisfactoriamente en 1988.

Durante el régimen de Miguel de la Madrid se hizo un serio esfuerzo para divulgar la ciencia y la tecnología y modificar la idea generalizada de que la "cultura" estaba compuesta solamente por la literatura, el arte, la historia o las costumbres. Entre 1982 y 1988 fue cada vez más común encontrar información sobre temas científicos y novedades tecnológicas tanto en radio y televisión, como en la prensa o en revistas y libros especializados. La producción del Conacyt para emisiones de radio y televisión tuvo un crecimiento acelerado entre 1982 y 1987. La producción de televisión en 1982 fue de 42 horas de transmisión, y sólo se utilizaban dos canales de la ciudad de México. En 1987, se produjeron 117 programas que se difundieron en 49 canales en toda la República. La producción radiofónica apenas se comenzó en 1984, con cuatro y media horas de transmisión, en dos radiodifusoras. En 1987 se produjeron 103 programas que se transmitieron en 62 estaciones.

Todas las acciones emprendidas en estos años para la preservación de las actividades científicas y tecnológicas en tiempos de crisis hicieron que las autoridades, los propios investigadores y el sector privado modificaran sus puntos de vista sobre este campo. Entre sus diversos protagonistas existía la esperanza de que el sistema científico y tecnológico de México, pese a su corta vida y a los embates sufridos, pudiera enfrentar los retos planteados por la modernización industrial y comercial que requería el país si se redoblaban los esfuerzos en todos los niveles para reanimar las actividades de investigación y desarrollo en México. De otra manera, lo que se había logrado al cabo de muchos años de esfuerzos se perdería irremediablemente.

### **2.2.2 Sexenio de Salinas de Gortari**

Es notorio que durante el sexenio de Miguel de la Madrid, se hizo hincapié en dar apoyos que repercutieran de forma considerable al desarrollo tecnológico de México, sin embargo para cuando el gobierno de Salinas entró en vigor el SINCYT diagnosticó diversos problemas que rezagaban por mucho, el desarrollo sostenido que estaba demandando nuestra nación.

Para el año de 1989 la infraestructura científica y tecnológica del país se había visto deteriorada, por lo que resultó indispensable restablecerla y proceder al

fortalecimiento industrial ya que éste sería el punto de partida de las acciones que se emprenderían en esa cuestión. Urgía reforzar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, pese a la estrechez económica, con énfasis en la calidad y reconociendo la importancia de impulsar la ciencia básica. Constantemente se reconoció la insuficiencia del monto total de recursos orientados a las actividades relacionadas con la investigación científica y la modernización tecnológica, incluyendo la formación de recursos humanos calificados para ambas áreas de actividad, todo dentro de lo que la economía nacional y el equilibrio de las finanzas públicas, permitiera.

Resultaba indispensable perfeccionar los mecanismos que determinaban la asignación de recursos a fin de que esta fuera eficiente y respondiera a los criterios de alta calidad y las necesidades del desarrollo científico. En 1989 se sabía que la comunidad científica con la que México contaba, era pequeña, que el gasto público y privado en ese renglón era insuficiente y que la proporción de estudiantes interesados en seguir una carrera científica o tecnológica fue disminuyendo en forma dramática. Otro de los problemas que se detectó y que hasta la fecha sigue siendo tema de debate fue la canalización de recursos al desarrollo tecnológico a través de los centros de investigación y desarrollo de la administración pública federal, la mayoría de los incentivos con los que contaba ese sector eran incorrectamente asignados, debido a la ausencia de criterios precisos para la evaluación de los resultados obtenidos, que permitían asegurar que los fondos se aprovecharan de manera óptima

A pesar de los esfuerzos del gobierno de Miguel de la Madrid por descentralizar la actividad industrial, esta seguía estando excesivamente concentrada en las principales zonas metropolitanas del país, en especial en la Ciudad de México. La falta de infraestructura necesaria para propiciar el enlace entre los centros de investigación y desarrollo tecnológico y el sector productivo, a través de los servicios como los que prestan los centros de formación técnica, las unidades de gestión tecnológica y los agentes de asistencia técnica y de consultoría

#### I. Acervo de recursos humanos

En materia de capacitación y educación, durante el salinismo existió una numerosa población que contaba con cierta preparación escolar y entrenamiento en el trabajo, sin embargo, como se había reconocido en el Programa Nacional de Modernización Educativa 1989-1994, había rezagos considerables en relación a los requerimientos de recursos humanos calificados que plantean el desarrollo científico y la modernización tecnológica. Esto era en buena medida consecuencia de la insuficiente calidad de la educación primaria, media y técnica, lo que en parte se debía a que en el

diseño de programas de estudio no había estimulado lo suficiente la capacidad creativa y crítica de los educandos y se descuidó en gran medida la enseñanza de las ciencias físico-Matemáticas y de las ciencias naturales y sociales.

El número de investigadores activos en ciencia y tecnología que se tenía para ese sexenio era en extremo pequeño. Tal consecuencia se veía reflejada en la poca investigación en relación al grado de desarrollo nacional, se desatendieron las necesidades de los sectores productivos y se acentuó la falta de actualización de los programas con respecto a los avances internacionales del conocimiento científico y tecnológico. Más aun las deficiencias de la educación básica y media dificultaban y encarecían la capacitación de los obreros para el manejo de nuevas tecnologías, en tanto que la falta de entrenamiento para la actividad innovadora limitaba su capacidad para contribuir espontáneamente a la adaptación e innovación tecnológica.

### **2.2.3 Sexenio de Ernesto Zedillo Ponce de León**

La forma lenta y desigual en como avanzaban las cifras en cuestión científica fue evidente en los gobiernos antecesores al del presidente Zedillo. Para ese entonces el ritmo del desarrollo científico empezó a acelerarse tanto por el aumento del apoyo gubernamental, como por la mayor conciencia de la sociedad con respecto a la conveniencia de impulsar ese proceso. Los problemas de esos tiempos derivaban de la baja inversión y promoción de la ciencia en el pasado, de las dificultades que surgieron por las características del mismo avance alcanzado y de las asociadas con los cambios sociales, como la apertura de la economía. De ese conjunto de problemas se han seleccionado los temas que tuvieron más relevancia en ese asunto. Se trataban brevemente las cuestiones relativas al volumen de la actividad científica, la calidad de los trabajos y su vinculación con el sector productivo. También se consideraron algunos temas de coordinación intersectorial y de estudios sobre la ciencia. .

En general, el gasto de las empresas en adquisición de conocimientos útiles era muy reducido, esa situación se debía cambiar ya que, en razón de la apertura y la consecuente globalización de la economía, se había elevado considerablemente la rentabilidad de la inversión para adquirir una capacidad de desarrollo de tecnologías propias. Más aun, contar con esa capacidad era indispensable para acceder en forma eficiente al mercado tecnológico externo. Por tanto es previsible que la actitud de las empresas, en relación con la adquisición de nuevos conocimientos debiera cambiar

en los años venideros. Había datos que mostraban que la inversión del sector productivo para adquirir conocimientos estaba aumentando con rapidez. En la balanza de pagos tecnológica se observó que de 1990 a 1994 los pagos por compras de conocimientos se preocupaban por proveerse de la tecnología externa a la empresa. En conjunto las industrias manufactureras gastaban 2.5% de su ingreso en transferencia y compra de tecnología y 0.6% en investigación y desarrollo experimental. Con lo anterior mencionado, se encuentra que ese tipo de gasto ya estaba concentrado en demasía, pues de una muestra de 751 empresas donde se incluyen las 500 más grandes del país, se deduce que una de cada tres llevaba a cabo actividades de desarrollo experimental.

### *II. La poca participación de la industria.*

La industria en general tenía una participación muy pequeña, de solo 9.2% en el gasto nacional de investigación y desarrollo. Esta participación es mucho menos que la observada en otros países y confirma lo antes mencionado respecto a la actitud relativamente poco activa de la industria del país frente al cambio tecnológico.

Es justo reconocer que el medio industrial se había renovado por mucho, un ejemplo claro era que ya se daba mayor atención a la aplicación de normas y aumentaba el interés empresarial por establecer sistemas que aseguren una calidad superior. La manifestación más evidente era el avance logrado en ese terreno, pues para el año 1995 más de 16 000 empresas estaban exportando, lo cual no ocurría sin una preocupación por lograr y mantener un elevado nivel de la calidad de sus productos.

### *III. Tecnologías de la información.*

A pesar de los avances registrados en esa materia, las tecnologías de la información y la comunicación aún mostraban un nivel de desarrollo relativamente bajo en nuestro país. En México solo había dos millones de computadores, número inferior al registrado en países que se encontraban en una situación similar a la nuestra.

En 1996 la informática se orientaba fundamentalmente a tareas de contabilidad y administración. También ocurría que la infraestructura de comunicación era reducida, si se compara con las que usan países similares al nuestro. Se requería por lo tanto que la política tecnológica actuara con mayor intensidad en informática. Se debía lograr que hubiera más computadores y que estas aprovecharan mejor las tareas productivas. Solo de esa forma se aprovecharía de manera óptima la gran capacidad de ese instrumento para elevar la productividad de la economía.

También es importante destacar que la gran mayoría de las empresas medianas y pequeñas enfrentan muchas dificultades para conectar sus sistemas en forma barata y eficiente a redes electrónicas con suficiente amplitud. Por fortuna la situación de ese año estaba cambiando considerablemente porque la capacidad de las redes instaladas se ampliaba con rapidez. De lo anterior se desprende que se requería ayudar a las empresas a resolver el problema de la conexión con las redes de comunicación electrónica. Los mecanismos creados para promover la innovación, tanto en Conacyt como en NAFIN habían tenido un éxito relativo, ya que no se había generado una amplia movilización de las empresas hacia la innovación. El débil impacto de estos mecanismos tenía que ver con la crisis económica, que reducía la inversión, con la reglamentación para el otorgamiento de los créditos, la cual limitaba la operación de algunos programas y empeoraba con el reducido tamaño de los fondos disponibles.

Durante 1997 se revisó y adecuó la reglamentación para el otorgamiento de los créditos. Al respecto se redujeron las tasas reales de interés y la operación de los mismos, se asoció en forma más estrecha con un concepto de riesgo compartido. Además el empleo de los recursos otorgados por estos programas sería objeto de mayor vigilancia. Con estas nuevas reglas, el manejo de los fondos debió rendir mejores resultados, sin embargo se reconoce que la magnitud de los recursos disponibles era aún demasiado pequeña.

#### **2.2.4 Sexenio de Vicente Fox Quesada**

El Programa Especial de Ciencia y Tecnología (Pecyt) de la administración de Vicente Fox fue presentado en octubre de 2001. En el primer eje de diagnóstico se reiteró lo que ya se había advertido en documentos anteriores: el sistema de ciencia y tecnología no operaba como tal, sino que representa más bien un agregado de instituciones con poca relación entre sí, lo mismo que la inestabilidad de las políticas, la baja inversión o la escasa participación del sector privado. No obstante, añadió dos datos novedosos en ese entonces: uno, Conacyt solamente controlaba el 13% del gasto total del sector (p.34 del informe) y, dos, el mayor volumen de gasto se destinaba a la formación de recursos humanos (becas e incentivos a la productividad).

En torno del eje capacidad científica y tecnológica no se aportaron datos novedosos. Únicamente insistió en los elementos ya conocidos de la baja proporción de recursos humanos calificados y el reducido número de estudiantes de posgrado. O bien, el

relativo bajo nivel de productividad de la planta de investigadores, la necesidad de descentralizar la ciencia y la tecnología y de incrementar su difusión y la divulgación.

Quizás en el diagnóstico de competitividad e innovación en las empresas mostró la parte más novedosa. Por ejemplo, señaló que la mayoría de las empresas mexicanas pertenecían al nivel de emergente y con muy limitadas capacidades de generación de valor en comparación con los niveles superiores. También destacó el escaso número de solicitudes de patentes y su declinación en los años recientes.

En consecuencia con los problemas, el programa sectorial de Vicente Fox se planteó tres grandes objetivos estratégicos:

- Contar con una política de Estado en ciencia y tecnología. Esto es, una política de largo plazo (transexenal) respaldada por la sociedad y adoptada por los poderes ejecutivo y legislativo. Algunas de las estrategias específicas que incluyó fueron: estructurar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; adecuar la Ley Orgánica de Conacyt; impulsar las áreas de conocimiento estratégicas para el desarrollo del país; y la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas.
- Incrementar la capacidad científica y tecnológica del país. Aquí incluyó cinco estrategias y las mayores metas cuantificables. Por ejemplo, se propuso: incrementar el presupuesto nacional para ciencia y tecnología a 1.5 por ciento del PIB en el 2006 y el gasto público a un 4 por ciento del Presupuesto de Egresos de la Federación o pasar de 23 por ciento a 40 por ciento de inversión privada en investigación y desarrollo experimental (IDE) en el 2006 y el establecimiento de fondos sectoriales para apoyar la investigación; aumentar el personal técnico medio y superior, pasando de 320 mil posgraduados a 800 mil en el 2006; ampliar la infraestructura científica y tecnológica y modificar el reglamento del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) para darle cabida a investigadores en áreas tecnológicas, entre otros aspectos.
- Elevar el nivel de competitividad y la innovación de las empresas. En el tercer y último objetivo, planteó como principales estrategias: incrementar la inversión del sector privado a 40 por ciento del gasto en IDE lo cual significaba incrementar alrededor de 10 puntos porcentuales en el periodo; promover la incorporación de personal de alto nivel científico y tecnológico en la empresa (pasar de una estimación de 5 mil personas en el 2001 a 32 mil para el 2006 y más del 80 por ciento con estudios de posgrado).

Vale la pena resaltar que la mayoría de metas que se planteó el programa sectorial de la administración de Vicente Fox implicaba, respecto de las cifras que había al iniciar su periodo, duplicar, triplicar o inclusive quintuplicar las cantidades, como la de miembros del SNI (pasar de 8 mil a 25 mil), nuevas plazas para investigadores (de 60 a 12 mil 500), de becarios de Conacyt (de 12 mil 600 a 32 mil 500) o el número de tecnólogos en el sector productivo (de 5 mil a 32 mil). Sin embargo, existía una salvedad, *el logro de metas quedó atado a tres diferentes condiciones*: que la inversión nacional en IDE fuera del 1 % del PIB en el 2006; una participación del sector privado en IDE de 40%; y un crecimiento macroeconómico anual promedio real de 5 %del PIB. Ni unos ni otros se cumplieron.

Una diferencia que también era relevante y que seguramente incrementó la tensión entre la investigación básica y el desarrollo tecnológico, fue el cambio estructural que proponía: *“Este Consejo pasará de una operación por programas, a otra basada en fondos de apoyo y financiamiento de las actividades científicas y tecnológicas, conforme lo establece la LFICYT”* (p. 96). Es decir, los cambios ya habían sido previstos en la normatividad desde la gestión previa, pero a la del periodo 2000-2006 le correspondía ponerlos en operación.

El logro de metas quedó asociado al factor de los recursos y al final los indicadores quedaron prácticamente a la mitad o menos. La excepción fueron los incentivos fiscales, pero la aplicación tuvo sus peculiaridades al mostrarse que fundamentalmente favoreció a empresas transnacionales, lo cual fue un elemento adicional para la confrontación entre la principal organización de científicos y el entonces titular de Conacyt. Una tensión que culminó con la sustitución del director en el 2005. En el 2009 se abandonó el programa de incentivos fiscales y se puso en marcha otro de estímulo directo a la inversión en investigación y desarrollo tecnológico.

### **2.2.5 Sexenio de Felipe Calderón Hinojosa**

En lo que concierne a logros de la administración 2006-2012, la misma situación pareció repetirse de la administración previa: el mayor alcance está localizado en el establecimiento del marco normativo y los indicadores han quedado muy distantes de lo que se había propuesto. En el primer caso, destaca la reforma del 2009, mediante la cual el término “innovación” quedó integrado a lo largo de todo el capitulado de la ley y también en órganos e instrumentos. Lo mismo que la creación Comité

Intersectorial para la Innovación. Pero tal vez lo más relevante fue la modificación a la ley para que, ahora, las instituciones de educación superior, incluidas las universidades, puedan “crear unidades de vinculación y transferencia de conocimiento”, bajo el estatus jurídico que decidan las propias instituciones.

#### *I. Políticas e Inversión pública en Ciencia y Tecnología.*

El nivel de inversión tampoco es mejor. Incluso, en gasto en IDE con el actual monto de 0.44 por ciento del PIB, no solamente está lejos del 1.2 % del PIB previsto, sino incluso es menor al que se calculaba en el 2006. En el sexto y último informe del gobierno no se publicaron cifras sobre la participación del sector privado en el financiamiento de la IDE, pero previsiblemente tampoco se alcanzó la meta anunciada.

Los pendientes se localizan precisamente en lo que no se ha logrado en materia de inversión, de fortalecimiento de capacidades y de mejora de la competitividad. Sin embargo, lo que pareció dominar la agenda fue, nuevamente, el marco normativo, fundamentándose en la creación de una nueva secretaría para la ciencia y la tecnología. El problema es que no todos los actores del campo estaban convencidos de que esa fuera una buena idea, tampoco estaba clara la independencia o articulación con el sector educativo; y el presidente electo, en tiempos de campaña, manifestó sus reservas a la propuesta.

#### *II. Misma ruta de acción*

El documento programático del sexenio de Calderón no contenía novedades; no las hubo en la identificación de problemas ni en los objetivos, tampoco en los datos ni en las acciones que se propuso. En el diagnóstico, básicamente en continuidad con la estructura del programa de la administración anterior, se volvieron a destacar las dificultades del marco legal para establecer una política de Estado, lo mismo que la insuficiencia del financiamiento nacional de la ciencia y la tecnología y los problemas de infraestructura. También se volvió a reiterar la necesidad de profundizar la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas, así como la idea de consolidar la formación de recursos humanos.

Los objetivos tampoco se apartaron mayormente del programa de la administración anterior. Quizás lo más sobresaliente fueron los indicadores que asoció a los diferentes objetivos. Por ejemplo, para el establecimiento de políticas de Estado, tomó como indicador la competitividad del país y como meta pasar en el periodo 2006-2012 de la posición 58 a la 30 en el Índice Global del Foro Económico Mundial. También,



para el mismo periodo, incrementar el número de patentes solicitadas en México por mexicanos de 574 a 794, aumentar el número de graduados de doctorado de 2 mil 112 a 3 mil 638, o que el número de investigadores nacionales pasara de 12 mil 96 a 19 mil 850.

En materia de inversión nuevamente se planteó altas expectativas que duplicaban los montos iniciales. Llevar la inversión en IDE de 0.47 a 1.2 del PIB a lo largo del periodo. O bien, incrementar la participación del sector privado en el financiamiento de la IDE de 0.22 a 0.65 del PIB. En cuanto a infraestructura se propuso crear 6 parques tecnológicos y otorgar 16 apoyos complementarios para equipamientos de laboratorios entre el 2008 y el 2012. También se propuso que todos los Centros Públicos de Investigación contarán con convenios de administración por resultados.

La visión empresarial, para la que el conocimiento científico y tecnológico fue fuente de riqueza económica a través de su adquisición, rápida asimilación, adaptación y en su caso, generación de nuevo conocimiento e innovación, consideró al conocimiento como un recurso necesario para incrementar la competitividad y para la creación de bienes y servicios que podrían ser explotados mediante su comercialización.

De los tecnólogos y profesionales de la ingeniería, que participando en los institutos y centros de desarrollo de tecnología aplicada, las firmas de ingeniería de diseño y de consultoría especializada en soluciones empresariales, veían al conocimiento científico y tecnológico como generador de soluciones prácticas para la dotación de infraestructura, la innovación y el incremento de la productividad.

### *III. Financiamiento para la Investigación de Desarrollo Experimental*

Por otra parte, los incentivos diseñados para promover la investigación y el desarrollo experimental (IDE) en las empresas incrementaron sustancialmente el esfuerzo privado en estas actividades. Estos instrumentos, como los estímulos fiscales a la inversión de las empresas en IDE, debían ajustarse para ser más congruentes con la política industrial vigente y entregar resultados medibles para propósitos de evaluación. De esa manera sería posible plantear objetivos clave, como promover las áreas de actividad económica manufacturera con mayor contenido tecnológico que tenían que resultar en procesos o productos de innovación, además de apoyar especialmente a las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES). El Gobierno Federal impulsó la incorporación de las MIPYMES en las actividades de innovación a través del fondo sectorial constituido entre la Secretaría de Economía y el CONACYT, a partir de 2004. En este esquema se buscaba apoyar a esas empresas para que realicen desarrollo tecnológico de productos, procesos, materiales y servicios de valor

agregado, ya sea de manera individual o en colaboración con IES o centros de investigación. También apoyaba a las empresas grandes que involucraban en sus proyectos a las MIPYMES.

El financiamiento nacional de la ciencia y la tecnología para el 2012 tenía dos grandes componentes. Por un lado se encontraba el del sector público, que comprende a la administración pública, el CONACYT y las entidades federativas y, por otro, la inversión que realiza el sector privado. En México, el principal aporte de inversión en ciencia y tecnología siempre provino del sector público. El financiamiento fue insuficiente para alcanzar niveles mundialmente competitivos en actividades de CTI, para lo cual se requirió ampliar la participación de todos los agentes involucrados, en particular la del sector privado.

El incremento de la inversión en actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación debió fundamentarse de manera equilibrada desde hace varias décadas como una labor conjunta en la que participen el sector académico, los centros de investigación, el sector privado, el sector social, el Gobierno Federal, los estatales y municipales. Los esfuerzos por hacer transversales esas actividades se han intensificado hoy en día, pero falta mucho por hacer. Cada vez es mayor el convencimiento de la rentabilidad por invertir en CTI, y sus efectos multiplicadores en el crecimiento de la economía y la competitividad del país, sobre todo por las experiencias internacionales que muestran una activa participación de todos los actores del sistema y los beneficios sociales alcanzados en sus economías. Los programas de fomento a las actividades científicas, tecnológicas y de innovación son interdependientes. Sin embargo, debido a la insuficiencia de recursos, existe un desequilibrio importante entre los montos asignados a la formación de recursos humanos y estímulos a investigadores en comparación con los recursos destinados a apoyar los proyectos científicos, tecnológicos y de innovación.

El limitado apoyo a proyectos científicos y tecnológicos reduce las actividades de investigación de la comunidad científica y tecnológica del país, y dificulta el avance académico de los estudiantes de posgrado. De acuerdo con la información captada en los programas del CONACYT, durante 2007 el monto total aprobado para proyectos científicos, tecnológicos y de innovación ha sido menor al monto solicitado, lo que hace evidente la existencia de una demanda no atendida en proyectos que han cubierto los requisitos para ser elegibles en la asignación de recursos.

### 2.3 Alcance de las políticas para el desarrollo científico y tecnológico en México

Un propósito fundamental de cualquier país en materia económica depende no de la ambigua noción de competitividad, sino de su productividad, y ésta a la vez depende de su capacidad científica y tecnológica. Por lo tanto, una política económica estratégica es sin duda, el impulso constante a la ciencia y tecnología, la cual puede considerarse como una responsabilidad de seguridad nacional y como pauta para un desarrollo económico y social.

Las políticas públicas en ciencia y tecnología han de llevar a sistematizar la producción de innovaciones vinculadas a las sentidas necesidades de grupos sociales, demandadas y orientadas por éstos, quienes a la vez le darían sentido social a la investigación. Es por esta razón que la tecnología, a pesar de ser en su mayoría importada, ha mantenido inmunes a la crisis a los treinta grupos industriales más poderosos de México. (Cappi, 1998)

Un aspecto relevante de las políticas públicas es sin duda, el relativo a *“la participación activa, organizada y permanente de la comunidad desde la toma de decisión de la política para resolver un problema que nos afecta, hasta la evaluación de la misma.”* Pero en México, toda decisión en ciencia y tecnología parece estar subordinada a una cultura aún de dependencia. A fin de aparentar voluntad descentralizadora, se han formulado políticas públicas que han llevado a “descentralizar” esfuerzos (que siendo precisos sólo se han desconcentrado), conformando una red de centros de investigación que tienden realmente a responder a intereses centrales, manteniéndose subordinados, como asociaciones civiles, a un Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), que en la mayoría de los casos rebasa, con sus aportaciones presupuestales como socio, en más del 80 % de sus ingresos. En el diseño de políticas públicas en ciencia y tecnología, los investigadores, base de interés de cualquier decisión de política pública como medio productor de saberes innovadores, ni siquiera pudieran desempeñar un rol en el marco de una meritocracia, ya que solamente reciben estímulos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), para que como buenos obreros del conocimiento, continúen trabajando, produciendo saberes novedosos y legitimando con ello a ese viejo esquema de lineamientos centralistas, cuyas políticas en muchas de las veces no atiendan a los intereses locales ni a los de su base productiva.

Las políticas públicas en ciencia y tecnología son, como nos lo hace ver el doctor Uvalle Berrones (1997:61), “...portadoras de una cultura de racionalidad democrática

que tienen como premisa gobernar con lo público y para el público. Como un sistema de cooperación, son producto de la vida democrática y le confieren a la administración pública una proyección que conjunta capacidades, responsabilidades, beneficiarios y contenido público”. Sin embargo, ante la escasez de administradores públicos profesionales y competentes en el sector de la ciencia y la tecnología, con capacidades heurísticas, de diseño y de investigación de punta, se ha llegado a afirmar por parte del gremio de investigadores nacionales (alegando tal vez incompreensión), “...que la política de ciencia y tecnología la deben definir y conducir los científicos (o que) la administración de la ciencia solamente pueden realizarla los creadores de nuevo conocimiento.” (Flores,1998)

La importancia de las políticas públicas en México, radica en su capacidad para dar una lineación certera de lo que se quiere lograr, por un lado es indispensable tener en cuenta que un cambio radical siempre estará sujeto a un desbalance notorio, que a largo plazo podría causar serios problemas a la correcta administración de la mayoría de los sectores. Es por eso que el deber del gobierno es seguir una estrategia que vaya de la mano con lo que requiere la sociedad. Sabemos de antemano que la Ciencia y Tecnología ocupan un papel primordial para para abrir más oportunidades de mejora social, no solo en materia de empleo comunicación y cultura, sino también de educación salud y pobreza, que vienen siendo los elementos clave que lamentablemente ocupan la mayor preponderancia en nuestra nación..

A continuación se detalla de forma general, cuáles han sido las cifras que se clasifican como indicadores principales de las acciones en políticas públicas para el desarrollo científico y tecnológico del país. Cabe destacar que no se evalúa el impacto social, pues hasta ahora, es un tema de debate, claro que hay una ruta que permita saber que tanto se ha mejorado la condición de la población después de invertir en los ya mencionados rubros, pero tal hecho, a la fecha no es cuantificable.

### **2.3.1 Gasto Federal en Ciencia y Tecnología, Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental y Acervo de Recursos Humanos**

Para la redacción de este apartado, se toman en cuenta diversos análisis desde 1980 hasta el 2013, cabe mencionar que cada uno de ellos corresponde a los primordiales rúbricas considerados en materia de Ciencia y Tecnología, es decir se sintetizan aspectos generales de gran peso en la inversión, dígase El Gasto Federal en Ciencia y tecnología (GFCyT), Gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) y el

Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (ARHCyT) todo esto con el fin de dar un panorama más amplio a los avances que ha tenido México desde el sexenio de Miguel de la Madrid a la fecha, es importante que se haga alusión a este análisis, pues deja entrever que tanto ha crecido nuestro país en dichos aspectos, pues representan parte del impacto de la inversión, reflejado en el crecimiento de las erogaciones año con año.

## **Informe de Gastos y Acervos al año 1996**

### **a) El Gasto Federal en Ciencia y tecnología 1980-1996**

El GFCyT se define como todas las reparticiones realizadas por el Gobierno Federal a través de las secretarías de estado, el gobierno del Distrito Federal, instituciones descentralizadas, entidades con participación estatal y fideicomisos para el financiamiento de las actividades científicas y tecnológicas con el fin de dar un impulso importante a los sectores pertenecientes a esta área.

Los datos del GFCyT se obtienen directamente de la Cuenta de la Hacienda Pública Federal y se refieren a las asignaciones hechas en once programas del Catálogo de Programas y Metas del Sector Público Federal que integran la Estructura Programática de Ciencia y Tecnología. Esta estructura se basa en la metodología propuesta en el *Manual Frascati* de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Las actividades científicas y tecnológicas se dividen en tres categorías básicas:

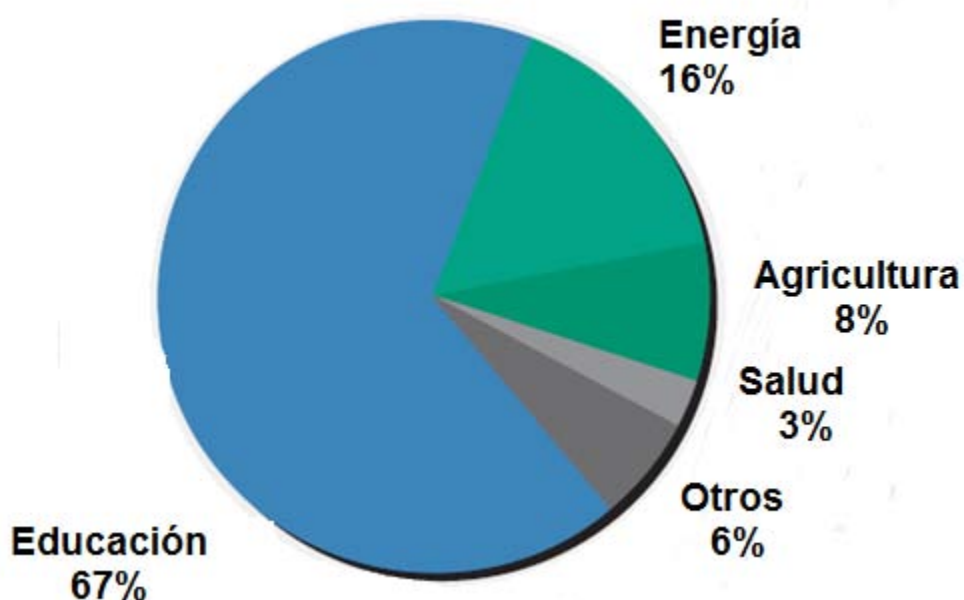
- Investigación y Desarrollo Experimental. Esta categoría comprende cualquier trabajo sistemático y creativo realizado con el fin de aumentar el caudal de conocimientos incluyendo los del hombre, la cultura y la sociedad y el uso de éstos para idear nuevas aplicaciones. Se divide, a su vez, en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.
- Educación y Enseñanza Científica y Técnica: Se refiere a todas las actividades de educación y enseñanza a nivel posgrado, estudios de especialización, capacitación y actualización posteriores y de otorgamiento de becas.
- Los Servicios Científicos y Tecnológicos: Son todas aquellas actividades relacionadas con la investigación y desarrollo experimental que contribuyen a la generación, la difusión y la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos.

El GFCyT durante 1996, según datos preliminares, fue de 8,462.5 millones de pesos, cifra que representaba, en términos reales, casi la misma cantidad que se ejerció

durante 1995. Para 1995 y 1996 el GFCyT registró una contracción respecto a los años previos, reflejo de la recesión en la actividad económica general y la crisis financiera.

Estos factores determinaron la reducción del total del Gasto Programable del Sector Público Federal (GPSPF), ya que el monto en 1996 se ubicó, en términos reales, en el nivel registrado en 1993. Los volúmenes del GFCyT alcanzados en los dos últimos años se lograron con un avance en la participación del sector educación. La participación por sectores en el gasto de 1996 fue de la siguiente manera: 67 % para Educación Pública, 16 % para Energía, 8 % para Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, y 3 % el sector Salud y Seguridad Social, mientras que correspondió el 6 % restante a otros sectores.

**Participación por sectores del GFCyT, 1996**

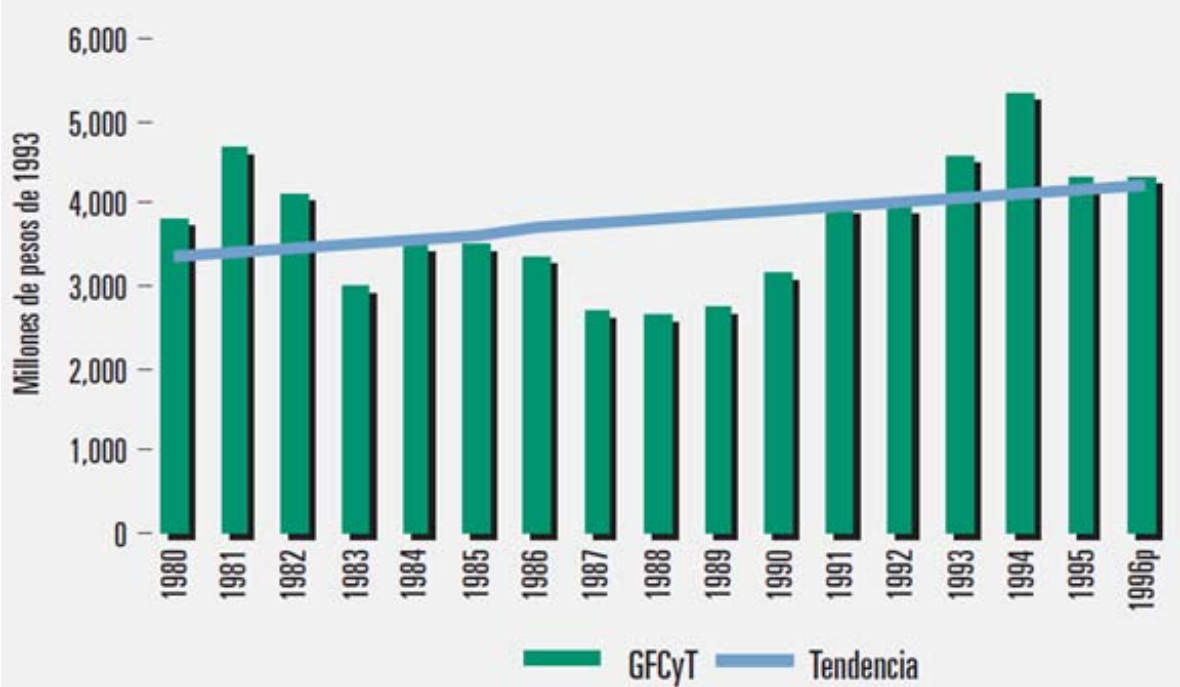


Fuente: Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología, 2002 CONACYT. México.

En la evolución del GFCyT durante el periodo 1980-1996 se observó un comportamiento similar al de la actividad económica nacional, aunque con variaciones más acentuadas en algunos años. A pesar de las fluctuaciones registradas en los

diferentes años, la tendencia a largo plazo del GFCyT fue creciente lo que indica que las políticas aplicadas durante el gobierno de Zedillo, de alguna forma contribuyeron en buena medida, como se señala en la siguiente gráfica:

**Tendencia del GFCyT a largo plazo, 1980-1996**



Fuente: Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología, 2002 CONACYT. México.

En este periodo de análisis, destaca el incremento del GFCyT ocurrido en 1994, que alcanzó una variación de 16.1 por ciento en términos reales respecto a 1993. Dada la tendencia que se registró el gasto en el periodo, el año de 1994 se considera atípico, por lo que su reducción en los años siguientes, debida a la recesión económica, significó un ajuste de proporciones similares hacia la tendencia a largo plazo. Las cifras de la proporción que el GFCyT representa de la parte del PIB sustituyen a las publicadas en años anteriores, debido al cambio de cifras del PIB que llevó a cabo el INEGI como consecuencia de la revisión metodológica y de información básica al cambiar el año base de comparación a 1993=100. La nueva cifra del PIB resultó ser 11 % mayor que el dato anterior para 1993, lo que modificaba a la baja, dicha proporción.

A pesar del dinamismo que había mostrado el apoyo a la ciencia y la tecnología en México, hasta ese año el nivel de los recursos que se asignaban a esas actividades, medido como proporción del producto interno bruto se encontraban en un nivel bajo. La proporción que representa el GFCyT del PIB para 1996 se situó en 0.33%. Este mismo coeficiente fue de 0.35 % para 1995. Sin embargo, el cociente GFCyT/PIB para 1996 resultó ser mayor que la relación que guardaban ambas variables en 1988, año de inicio de la anterior administración, en la que la cifra del GFCyT se ubicó en 0.25 % del PIB. Por su parte, el esfuerzo del sector público por impulsar las actividades científicas y tecnológicas quedó manifestado al examinar el comportamiento del GFCyT como proporción del GPSPF. Así, durante el periodo 1987-1996 se observó que esa proporción había aumentado, ya que en 1987 se ubicaba en un nivel del 1.4 %, mientras que para 1996 crecía hasta pasar a un 2.1 %. En el periodo 1987-1996,3 el GFCyT tuvo un crecimiento medio anual en términos reales de 5.3%, tasa superior a la tasa de crecimiento del PIB (2.6 %); y muy superior a la del GPSPF (0.6%), y a la de la Formación Bruta de Capital Fijo Público (FBCFP) que se ubicó en 1 % de crecimiento medio anual.

#### **b) Gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE)**

Los resultados obtenidos de la encuesta de 1995 señalaron que el nivel del GIDE fue de 4,168.7 millones de pesos en 1994 y de 5,687.2 millones de pesos en 1995. De este total en 1995 el 45.8 % fue ejecutado por el sector de educación superior, que incluyó instituciones públicas y privadas, 33% por dependencias y entidades del gobierno distintas a las dedicadas a educación superior, 20.8 % lo llevó a cabo el sector productivo y 0.4 % restante las instituciones privadas no lucrativas.

La composición del GIDE por tipo de gasto es de 84.6% para gasto corriente y 15.4% para gasto en bienes de capital. De acuerdo con la actividad, del total del gasto corriente 35.8 % se destinó a investigación básica, 33.1 % a investigación aplicada y 31.1 % al desarrollo experimental. Por el lado del financiamiento los resultados de la encuesta para 1995 indicaron que la principal fuente de los fondos provino del gobierno con 3,764.0 millones de pesos que representaba el 66.2 % del total (2,466.5 de transferencias directas y 1,297.5 en fondos para universidades públicas), el sector productivo financió el 17.6%, el de educación superior 8.4 %, privado no lucrativo el 1.1 %y del exterior se financió 6.7 %. En 1995 la proporción del GIDE con respecto al PIB fue de 0.31% .No obstante que la información disponible muestra un crecimiento año con año en este coeficiente, su magnitud aún resultaba reducida cuando se comparó con la del promedio de los países miembros de la OCDE que era de 2.14%. Cabe señalar que la participación del sector productivo en el financiamiento pasó de



14.3% registrado en 1993 a 17.6 % en 1995, es decir que tuvo un aumento considerable, es decir, se estaba yendo por excelente camino ya que el crecimiento en más de tres puntos porcentuales no se había visto hasta ese momento.

La participación en el GIDE de las industrias consideradas de tecnología media-baja fue de 26.7 %, dentro de la que destacan las ramas de otras manufacturas con el 78 por ciento, y la de metales no ferrosos con 12 %. Por último, las industrias de baja tecnología participaron con 13.6 %, entre ellas sobresalen las ramas de la industria de alimentos y bebidas con 65 por ciento y la de metales ferrosos con 25%. Con respecto al GIDE del sector productivo destinado a la creación o mejoramiento de producto y mejora de proceso, se tuvo que para 1995, 29% por ciento de los recursos se refirió al gasto que las empresas no especifican a qué tipo de actividad corresponde (producto o proceso); del resto del gasto, en el que sí se identifica la actividad, 53% por ciento se destinó a investigación y desarrollo experimental en creación o mejora de producto y 18 % restante para mejora de otros sectores.

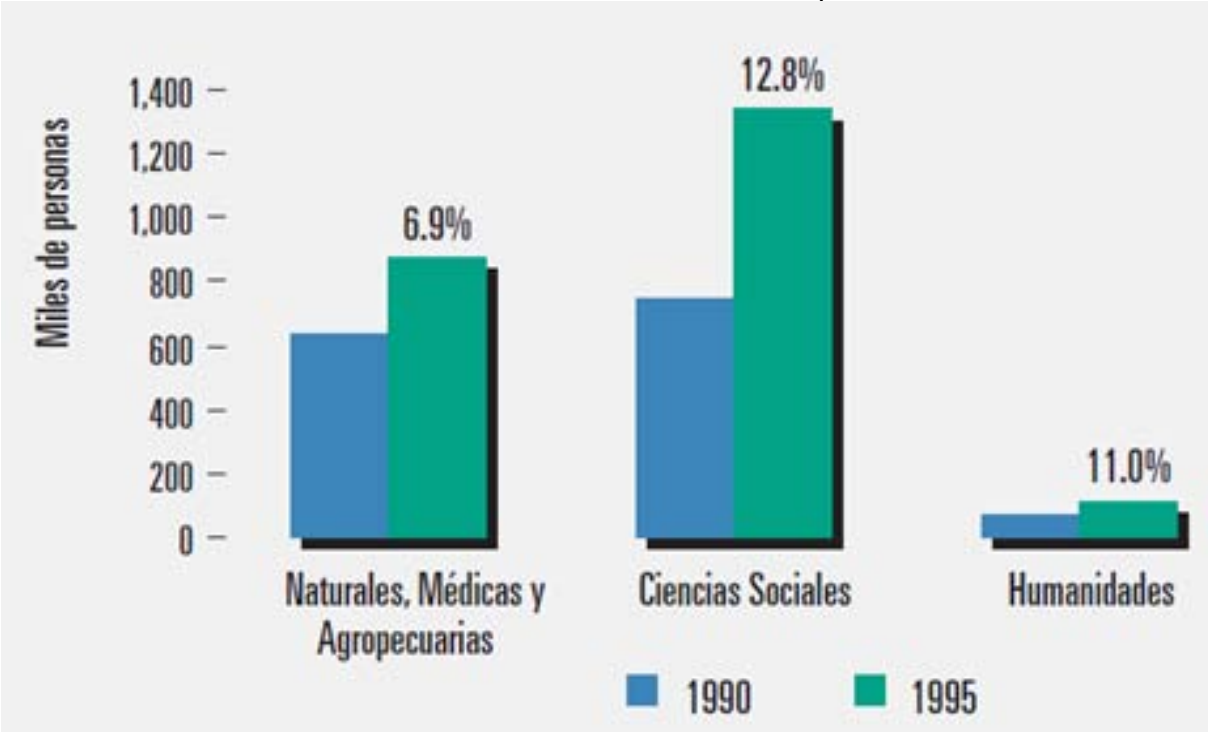
### **c) Acervo de Recursos Humanos Científicos y Tecnológicos (ARHCyT) -1996**

El Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (ARHCyT) comprende a las personas que han completado exitosamente el tercer nivel educativo en un campo de estudio en ciencia y tecnología, así como a aquellos que no cuentan con la calificación formal pero están empleados en una ocupación en ciencia y tecnología donde habitualmente es requerida dicha calificación. El ARHCyT así definido es un término más amplio y no es directamente comparable al personal involucrado en IDE; el segundo se refiere a todas las personas ocupadas en actividades de IDE, independientemente de su nivel educativo y excluye al resto de las personas con educación de tercer nivel, que no están directamente involucradas en IDE o que se encuentran fuera de la fuerza laboral, por desocupación o inactividad. Sin embargo, es interesante estudiar la relación entre ambos acervos, ya que uno de los insumos principales de las actividades de IDE es, precisamente, los recursos humanos altamente capacitados en ciencia y tecnología.

Se excluyeron del universo de estudio a las personas menores de 20 años, en concordancia con los lineamientos señalados por la OCDE, dada la necesidad de contabilizar únicamente a aquellas que hayan terminado exitosamente el tercer nivel educativo; así como también a las personas que cursaron carreras técnicas terminales posteriores al bachillerato, por no contarse con suficiente información sobre este segmento de la población, pero que debieron incluirse en el ARHCyT.

En 1990, el 51.5 % del ARHCyT se concentraba en el área de ciencias sociales, mientras que las ingenierías, ciencias naturales, médicas y agropecuarias representaron en conjunto el 44 % y las humanidades el 4.5 % . Para 1995, la participación de las ciencias sociales aumentó a 57.6 % , en detrimento del área de ingeniería, ciencias naturales, médicas y agropecuarias, que representó 37.7% del total. El área de humanidades permaneció estable, con un 4.7 % del total. Es pertinente destacar que el campo de la ciencia con mayor número de personas con posgrado es ingeniería, ciencias naturales, médicas y agropecuarias, con 49 % y 54% del total de los posgrados en 1990 y 1995, respectivamente. La siguiente gráfica muestra el nivel de ocupados económicamente por campo de la ciencia, resulta agravante que para ese entonces las Naturales, Medicas y Agropecuarias eran muy inferiores a las Sociales en cuanto volumen de crecimiento.

**Crecimiento ARHCYT por campo de la ciencia**  
Población económicamente activa ocupada



Fuente: Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología, 2002 CONACYT. México.

## **Informes de Gastos y Acervos al año 2006**

En el año 2001 el gobierno de la República continuó apoyando la realización de actividades científicas y tecnológicas que ayudaban al desarrollo tecnológico de la industria, al fortalecimiento de la infraestructura científica, al avance en la formación de recursos humanos con nivel de posgrado, y a alentar la investigación de calidad en las instituciones y centros públicos de educación superior y de investigación. También se promovió el impulso a la ciencia y la tecnología por parte de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de tal manera que la inversión en estos campos mantenga un comportamiento creciente. Este apartado analiza el Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (GFCyT), observando su crecimiento real, comparándolo con el de otras variables macroeconómicas como el Producto Interno Bruto (PIB) y el Gasto Programable del Sector Público Federal (GPSPF), en relación con su importancia relativa en lo referente a dichas variables y también según diversos criterios de clasificación del propio GFCyT: por sector administrativo, por actividad, por objetivo socioeconómico y por sector de asignación. En cada caso se incluye el análisis correspondiente de su comportamiento en el último año, respecto al año previo.

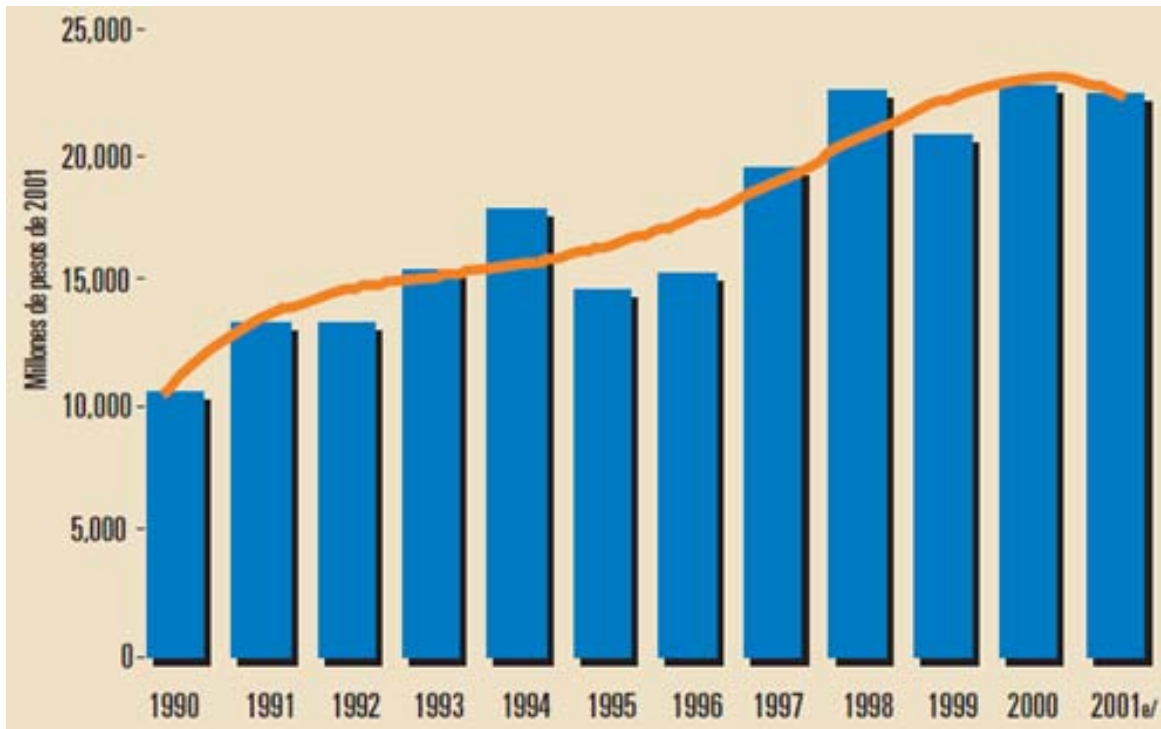
### **a) El GFCYT como proporción del producto interno bruto y su participación en el gasto programable del sector público federal**

En el año 2001, el GFCyT alcanzó la cifra de 23,839 millones de pesos, monto superior en 4.2% al de 2000. Sin embargo, en términos reales el GFCyT experimentó una reducción del 1.2%, porcentaje prácticamente al doble del que disminuyó el PIB real ese mismo año. Como proporción de este último, representó el 0.42% en el año 2001, siendo la misma proporción que la reportada el año precedente. El Gasto Programable del Sector Público Federal (GPSPF) del año 2001 ascendió a 922,465 millones de pesos, cifra que representa un crecimiento de 1.1% en términos reales, respecto al año previo. Así, la participación del GFCyT en el GPSPF fue de 2.59%, proporción ligeramente inferior a la registrada en 2000.

Los sectores que mayor participación tuvieron en el GFCyT de 2001 fueron: el educativo, con 62.4%; el de energía, con 22.4%; el agrícola, ganadero y rural con 7.5%; el de salud y seguridad social, con 3.0%, el de economía con 2.3% y el de medio ambiente, recursos naturales y pesca, con 1.1%. Asimismo, los sectores que tuvieron incrementos reales respecto al año previo fueron el de desarrollo social con 361%, la Procuraduría General de la República con el 60%, Marina, con 59.1% y el de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, con 26.5%. Así, los

sectores que contribuyeron para que la disminución real del GFCyT en 2001 no fuera grande, son educación pública con 4.1% y agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, con una contribución al crecimiento de 1.56%. En contrapartida, la participación del sector energía fue negativa en 5.66%, lo cual influyó fuertemente en la caída del GFCyT ese año

### Tendencia del GFYT, 1990-2001



Fuente: Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología, 2002 CONACYT. México.

#### b) Gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) 2006

La investigación y desarrollo experimental (IDE) es un instrumento que tienen los países para contribuir al avance en materia económica y de bienestar. Existen diversas evidencias empíricas que muestran una relación estrecha entre la inversión en IDE y el desempeño económico. Así, en Estados Unidos se estima que casi 50% del crecimiento de la economía en los últimos 50 años se explica por el avance

tecnológico del país. De esta manera, se muestra la importancia de que los gobiernos establezcan políticas de fomento a la IDE, de tal forma que se desarrolle una base sólida que permita un crecimiento sostenido basado en el avance científico y el desarrollo tecnológico.

La actividad de IDE contribuye notablemente en el establecimiento de empresas más competitivas, y con un mejor posicionamiento en el mercado nacional e internacional. La generación de conocimiento y la aplicación práctica del mismo permite obtener ventajas sobre quienes no han traspasado esa frontera, generando productos o servicios de mayor valor agregado. Por otro lado, es necesario tener documentada la situación que prevalece en nuestro país respecto a las actividades de IDE, para, así, poder diseñar de mejor manera líneas de apoyo que permitan su continuo desarrollo. La Encuesta sobre Investigación y Desarrollo de Tecnología (Esidet 2000) es la más reciente llevada a cabo por el Conacyt para obtener información sobre el gasto en investigación y desarrollo experimental y los recursos humanos de nuestro país en este mismo rubro. Esta encuesta, realizada entre julio y noviembre de 2000, representa la continuación de las emprendidas por el Consejo desde 1994, año a partir del cual se han realizado, de manera ininterrumpida, cada dos años. Cabe señalar que para este año 2002 se llevará a cabo nuevamente esta encuesta, en colaboración con el INEGI.

### **Evolución del GIDE**

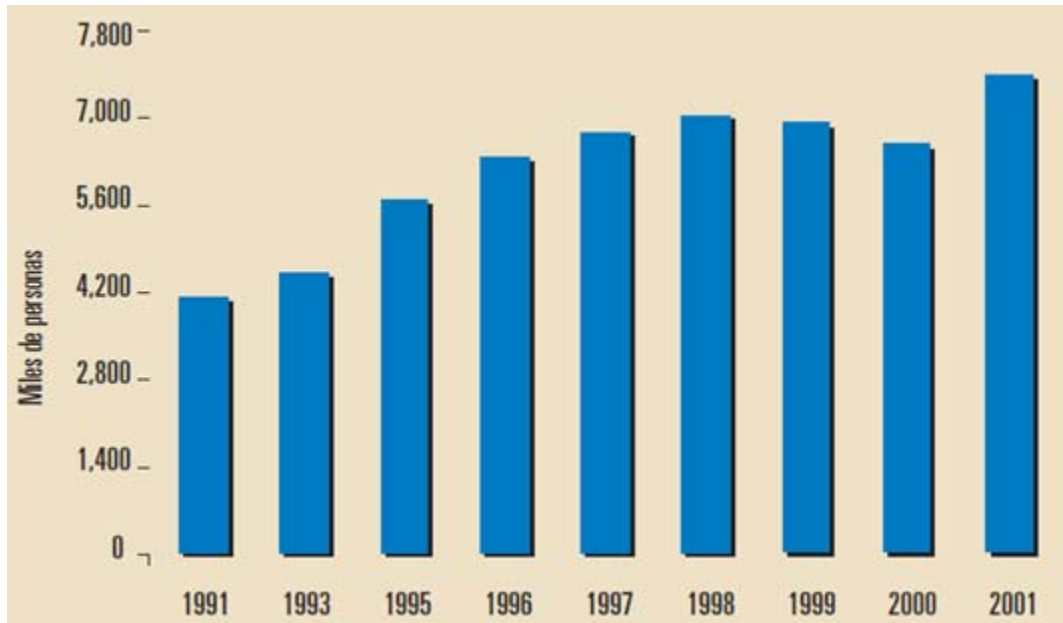
El gasto interno en investigación y desarrollo experimental (GIDE) de nuestro país en 2000 fue de 21,859 millones de pesos (2,286 millones de dólares), que corresponde a un incremento real de 34.1% respecto de 1997. De este crecimiento real, el sector productivo contribuyó con la mayor parte, ya que fue el responsable de 15.9 puntos del incremento real, seguido por el gobierno, que aportó la cuarta parte del crecimiento entre esos dos años.

#### **c) Acervo de recursos humanos en ciencia y tecnología**

El ARHCyT en el año 2001 ascendió a 7,799.4 miles de personas, cifra superior 13.3% a la registrada en 1999 que fue de 6,882.2 miles de personas. Del acervo total en 2001, 54.8% son personas de género masculino y 45.2% son mujeres; a pesar de que existe una desigualdad por género en la composición del acervo, se aprecia una tendencia a que ésta disminuya, ya que de manera consistente la importancia relativa de las mujeres en el acervo total se ha incrementado.

En la gráfica se aprecia el desarrollo que ha tenido el ARHCyT hasta el año 2001. En esta gráfica se muestra un aumento importante en el número de personas que componen el acervo a partir de la segunda parte de la década anterior. Así, la importancia relativa del acervo respecto a la población de 18 años, y mayor, se mantiene por arriba de 10% a partir de 1995, y se ubica en 13.1% para el año 2001.

### Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología, 1991-2001



Fuente: Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología, 2002 CONACYT. México.

## Informe de actividades al 2012

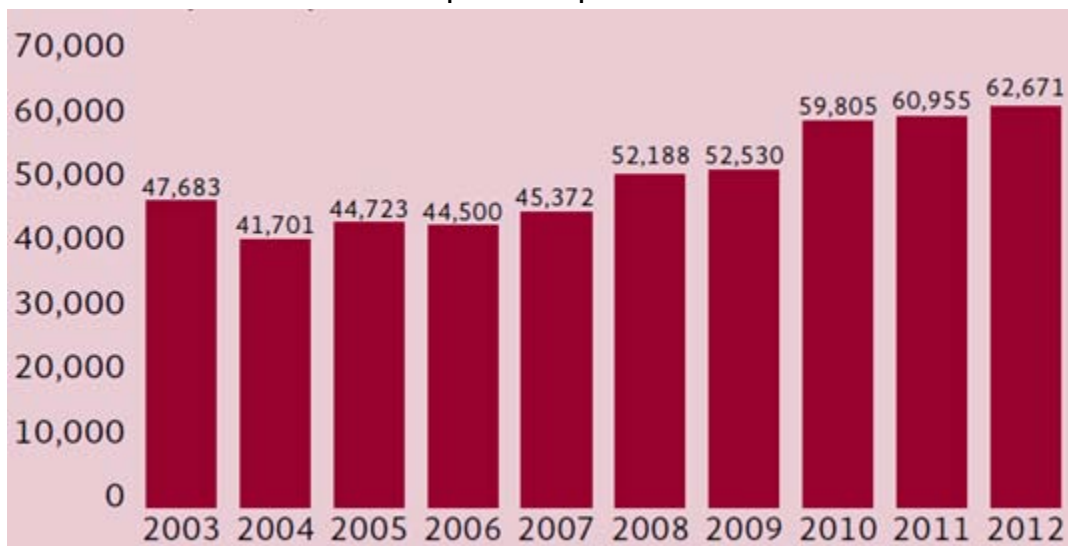
### a) Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (GFCyT)

En 2012, el GFCyT ascendió a 62,671 millones de pesos, cifra que representó un crecimiento en términos reales de 2.8% respecto a 2011. Los sectores que contribuyeron al crecimiento del GFCyT fueron: Educación Pública (2.4%), el Ramo 38 Conacyt (1.8%) y el Agropecuario (0.5%). En el periodo 2007-2012, el GFCyT tuvo una tasa media de crecimiento anual de 5.9%, valor cuatro puntos porcentuales superior al del PIB (1.9%) y de 1.5 puntos porcentuales respecto al del Gasto Programable del Sector Público Federal (4.4%), para el mismo periodo. El mayor

crecimiento del GFCyT de 2012 respecto a 2011 lo presentó el sector Medio Ambiente y Recursos Naturales con 37.7%, seguido del sector Marina, 27.2%, y la Procuraduría General de la República con 16.7%. En el lapso 2007-2012, el GFCyT creció 40.8 % en términos reales y los sectores que contribuyeron a este desarrollo fueron el Ramo 38 Conacyt (19.8%), Energía (9.5%), Educación Pública (5.2%) y, Salud y Seguridad Social (3.8 %).

El valor de la proporción GFCyT/PIB de 2012 disminuyó una centésima respecto al valor de 2011, al pasar de 0.41 por ciento a 0.40%. En el periodo 2006-2012 esta proporción se incrementó ocho centésimas, pasó de 0.32 por ciento a 0.40%. Por otro lado, el GFCyT como proporción del Gasto Programable del Sector Público Federal (GPSPF) presentó un valor de 2.16% en 2012, inferior en tres centésimas al de 2011. De 2006 a 2012 la proporción GFCyT/GPSPF aumentó 17 centésimas de punto porcentual.

**Tendencia del GFCYT, 2003-2012**  
Millones de pesos a precios de 2012



Fuente: Informe General del estado de la Ciencia y la Tecnología, 2012, CONACYT. México.

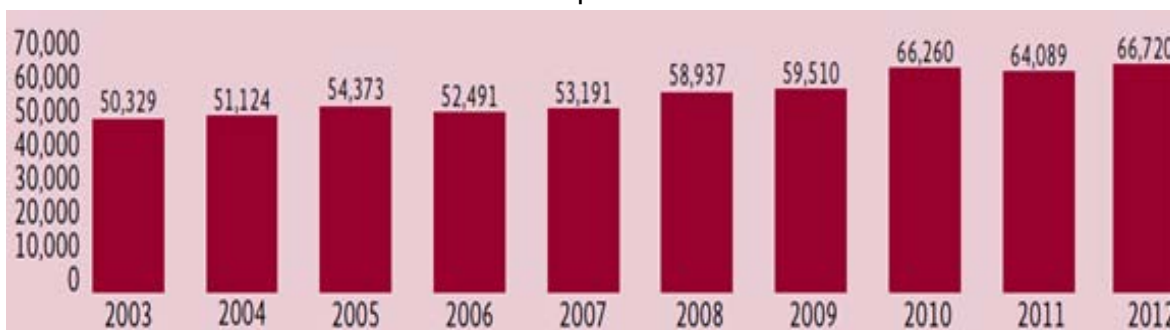
**b) Evolución del GIDE**

Durante 2012 el gasto interno bruto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) de nuestro país se ubicó en 66,719.7 millones de pesos, lo que representó un incremento de 4.1 % en términos reales respecto a lo registrado durante 2011. De

acuerdo con la estimación del GIDE para 2012, en este año se registró un máximo histórico en relación con los recursos destinados a estas actividades, por encima de la inversión registrada en el 2010. La relación GIDE/PIB durante el año 2012 fue de 0.43%, por lo que esta cifra se mantuvo en el mismo nivel que en 2011, pero menor al dato de 2010, que fue de 0.46%. Sin embargo, la Ley de Ciencia y Tecnología, en su artículo 9 BIS establece que la inversión para nuestro país en esta materia se debe ubicar en por lo menos uno por ciento del PIB, por lo que es necesario establecer una senda de crecimiento para alcanzar este objetivo en el menor tiempo posible.

### Evolución del GIDE, 2003-2012

Millones de pesos de 2012



Fuente: Informe General del estado de la Ciencia y la Tecnología, 2012, CONACYT. México.

En 2012 el gasto en IDE fue financiado en su mayor parte por el sector gobierno, el cual aportó 60% de los recursos invertidos en este rubro, proporción ligeramente superior a la registrada en 2011, que se ubicó en 59.6%. De esta manera, se confirma al financiamiento público como la principal fuente de recursos para realizar IDE en nuestro país. En segundo lugar se encontró el sector productivo con 36.4 % del total de la inversión en IDE. Finalmente, el resto de los sectores (instituciones de educación superior, organismos privados no lucrativos y sector externo) contribuyeron sólo con 4.3 % del financiamiento, cifra ligeramente superior a su participación en 2011, cuando aportaron 3.6%. Cabe señalar que la estructura de financiamiento del GIDE ha observado cambios importantes en los últimos años, ya que la brecha en el financiamiento público-privado se ha ampliado. En 2006 el sector privado costó el 45.2 % del GIDE y el gobierno 49.8 % del total. En términos absolutos, en 2012 el gobierno incrementó el monto de su inversión en IDE en 4.7 % en términos reales, en relación con el financiamiento de 2011, comportamiento similar al registrado en el sector privado, que aumentó su inversión en 3.2%. En el caso de las IES, durante



2012 registraron una baja en su gasto en IDE de 9.5 % respecto al año previo, mientras que se estima que el resto de los sectores amplíen sus aportaciones en un 25%, lo cual no impacta de manera significativa en el GIDE total, debido a que el monto aportado por estos sectores es relativamente pequeño.

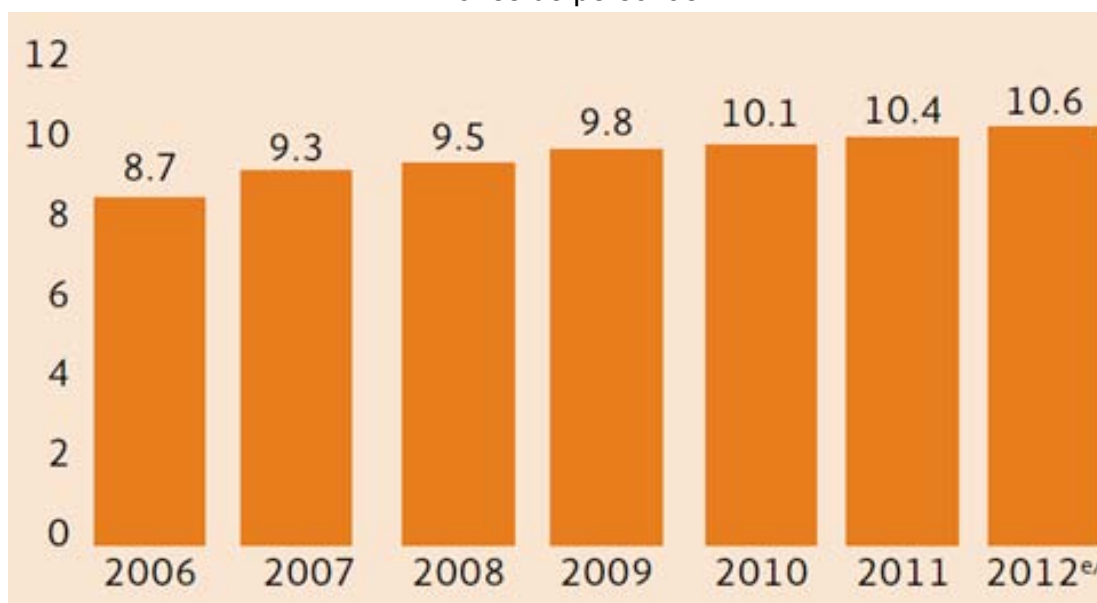
#### d) Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (ARHCyT)

En 2012 el Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología de nuestro país se ubicó en 10,646.9 miles de personas, cifra 2.7 % mayor que la reportada en 2011. De este acervo, el 50.7 % son hombres y el 49.3 % restantes mujeres; con lo que mantiene la misma estructura que en 2011. Desde el año 2006 se observa un incremento continuo en la evolución del acervo con respecto a la población del mismo.

Así, la importancia relativa del acervo respecto a la población de 18 años o más, se mantiene arriba del 19.6 % desde 2006, con excepción de la estimación del 2012 que muestra una mínima caída con respecto a 2011.

#### Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología, 2006-2012

Millones de personas.



Fuente: Informe General del estado de la Ciencia y la Tecnología, 2012, CONACYT. México.

Las capacidades de los países para desarrollarse cultural y económicamente están basadas en el capital humano del que disponen para generar, aplicar y difundir el conocimiento. En México hay un número creciente, aunque insuficiente, de personas dedicadas a la CTI. El país está aún lejos de llegar a los valores necesarios para que esas actividades contribuyan eficazmente a impulsar la competitividad y el empleo a través de la innovación.

El número de investigadores en el país se ha incrementado hasta llegar en 2005 a una cifra cercana a 1.2 investigadores por cada mil miembros de la Población Económicamente Activa (PEA). Al comparar esas cifras con las de otros países, se aprecian rezagos importantes. El incremento de los recursos humanos capacitados para la investigación sigue siendo uno de los retos para la apropiación social del conocimiento y su utilización para la innovación. El sector privado presenta los requerimientos más elevados en relación con sus necesidades.

México, como la mayoría de los países latinoamericanos, enfrenta un gran déficit en el número de graduados de doctorado y, en general, de profesionales de la ciencia y tecnología que realicen trabajos de investigación de alta calidad. Por ello, es esencial promover la incorporación de la educación científica y tecnológica en edades tempranas, mejorando los métodos usados para estudiantes de primaria y secundaria, y con programas de capacitación para maestros para desarrollar planes de estudios y contenidos. Es indispensable incluir a la comunidad científica y tecnológica como agente de cambio en la apropiación social del conocimiento. El país ha hecho un notable esfuerzo por incrementar la cantidad y la calificación de sus recursos humanos en ciencia y tecnología. Como parte de este esfuerzo, hay que mencionar el programa de becas del CONACYT para estudios de posgrado, mismo que ha operado ya por 37 años; la creación del SNI, ocurrida en 1984; el Programa de Posgrados de Excelencia, que inició en 1991; el Programa de Repatriaciones, creado en 1991, y el Programa para la Mejora del Profesorado (PROMEP) de las IES, operado desde 1996 por la Secretaría de Educación Pública.

El fin último de los programas de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación es contribuir a elevar la calidad de vida, mejorar el empleo y reducir la pobreza mediante la elevación de la productividad y la competitividad. De ese modo, la evaluación de los resultados producidos por los recursos públicos invertidos en ciencia, tecnología e innovación, debe estar asociada a su impacto económico y social. Sin embargo, muchos de sus efectos son indirectos y su medición es algo que, por su complejidad, aún es un tema de debate en la comunidad internacional. La evaluación permanente de los programas y actividades del SNCTI, así como la sistematización y difusión de la

información generada acerca de su desempeño, resultados e impacto, constituye un requisito indispensable para garantizar el logro de los objetivos del sector, así como su contribución al desarrollo del país. Hasta ahora, los esfuerzos realizados en materia de evaluación, resultados e impacto han sido limitados, manteniéndose un enfoque orientado al control del gasto, así como al monitoreo en el ámbito de actividades y productos. El sistema actual presenta las características siguientes:

- Falta de vinculación entre la entrega de productos/servicios de programas y la medición de resultados.
- Producción de gran cantidad de información de operaciones (productos) y no de resultados (efectos, impacto); multiplicidad de sistemas.
- Reporte de indicadores a instituciones externas (Secretarías de Hacienda y de la Función Pública, Congreso) no necesariamente útiles para la gestión de programas.
- Limitada retroalimentación de los sistemas de información en la toma de decisiones.
- Insuficiencia de vínculos entre planeación estratégica, operativa y presupuestal.
- Las capacidades en ciencia y tecnología de un país deben superar valores críticos para hacer posible el establecimiento de un círculo virtuoso autosustentable. El capital humano y la infraestructura deben alcanzar valores mínimos de despegue a partir de los cuales es posible conseguir que la interacción de las diversas partes del SNCTI produzca más resultados de la investigación básica y aplicada, más desarrollo tecnológico, más innovación y más creación de negocios derivados de los productos de la investigación.

Sólo con la evaluación continua de los elementos necesarios para reunir esas capacidades es posible crear estrategias y planes confiables para conseguir las metas deseadas y prepararse para los escenarios del futuro.

Algunos indicadores que pueden medir el desempeño global de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación, son la producción científica y los beneficios obtenidos de la aplicación de recursos en fondos sectoriales, mixtos e institucionales. En relación a la producción científica, de acuerdo con el Instituto de Información Científica (ISI, por sus siglas en inglés), el número de artículos publicados por autores mexicanos en 1990 fue de 1,486, mientras que para 2006 está cifra ascendió a 6,604; el crecimiento observado entre esos años fue de 344.4%. La cifra promedio de factor de impacto que para el quinquenio 1992-1996 fue de 1.91, había subido a 2.88 para el periodo 2002-2006. Estos resultados indican con claridad que la producción científica

mexicana ha crecido significativamente, tanto en cantidad como en calidad. La sociedad mexicana enfatiza cada día más la necesidad de conocer los resultados de la inversión en ciencia, tecnología e innovación, sobre sus resultados y beneficios directos a la vida cotidiana de la población. Esta tarea le corresponde al Gobierno Federal, por lo que se fortalecerán los mecanismos de difusión que permiten informar y difundir los logros alcanzados en ese campo, así como responder al compromiso de transparencia y rendición de cuentas.

### **2.3.2 Los actuales instrumentos de medición**

El 1% es la cifra que desde hace un par de décadas diversos actores del sector científico y tecnológico en México repiten en su discurso sobre el porcentaje del Producto Interno Bruto que debe invertir el país en esta materia, es también la cifra que creemos necesaria para alcanzar al menos en este periodo, el nivel de desarrollo económico y social ideal. Pero hasta ahora, poco se comentaba sobre qué hacer en caso de llegar a ese monto, y sobre todo cómo explicar a la población que es necesario destinar esa cantidad al quehacer científico, tecnológico y de innovación.

Para el director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), Dr. Enrique Cabrera Mendoza, el reto de las políticas públicas es demostrar resultados a la ciudadanía. “A diferencia de otros sectores, nosotros no podemos hacer inauguraciones de escuelas, hospitales o puentes, sino que la inversión en este campo da resultados en forma escalonada”, mencionó durante la clausura del Coloquio sobre Evaluación de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, realizado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT). Esa naturaleza del sector científico, tecnológico y de innovación también hace que la evaluación del alcance de sus políticas sea distinta a la de otros instrumentos, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, ya que de los resultados e interpretación que arroje esa evaluación dependen la continuidad de acciones en beneficio del sector. El ejemplo más reciente que vivió el país fue la eliminación de los estímulos fiscales al desarrollo científico y tecnológico, un programa que tuvo menos de una década de vida, debido a que durante la evaluación se discutió, entre otras cosas, que beneficiaba principalmente a grandes empresas y transnacionales.

Sin embargo, los partidarios de este tipo de apoyos indirectos a la innovación, si bien reconocen que era necesario realizar ajustes, también señalan que durante su

promoción se incrementó la participación del sector privado en la ciencia, tecnología e innovación.

Ese caso pone de manifiesto que la evaluación de políticas científicas, tecnológicas y de innovación debe ser un tema de mayor valor que permita contar con información correcta.

Para la coordinadora general de ese organismo, la doctora Gabriela Dutrénit, los programas que se manejan para fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación deben evaluarse con el objetivo de estar seguros que se logran los objetivos planteados. Sin embargo, se señaló por la titular del FCCyT, actualmente se utilizan metodologías de evaluación similares a las que califican a los programas de política social, cuando no corresponden para el caso de los programas que promueven la ciencia, la tecnología y la innovación.

Por eso, subrayó, cobra relevancia este tipo de coloquios sobre la discusión metodológica, tanto en gestión de programas de CTI como en la evaluación de tales programas. “Al aumentar los recursos que se destinan en el sector, desde el lado académico, científico, tecnológico y empresarial, tenemos que responder sobre cómo usar esos recursos de manera adecuada y con transparencia, y la evaluación adecuada nos va a ayudar en el cometido”, (Dutrénit)

Un ejemplo es el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018, que de acuerdo con el doctor Víctor Gerardo Carreón Rodríguez, director adjunto de Planeación en el Conacyt, su realización tuvo un proceso de discusión que permitió dar forma al programa rector del quehacer científico y tecnológico nacional, pero sobre todo se basó en la evaluación al interior de los distintos programas que están en el Consejo. Se sabe por ende que realizan constantemente evaluaciones para saber en qué estamos, y para llegar al uno por ciento del PIB se debe también medir cómo van evolucionando este conjunto de indicadores y programas, porque no basta con solo tener la cifra de lo que se invirtió y cuál fue el crecimiento.

En el Coloquio convocado por el FCCyT, se mencionó que es el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo la instancia que analiza el desempeño a los programas de Conacyt, a través de distintas modalidades, que van desde las que califican un programa específico a partir de su creación o modificación, hasta aquellas que evalúan los programas al final de la administración, con la finalidad de evaluar la capacidad institucional y organizacional.

## **Tipos de Evaluación que aplica el CONEVAL**

- I. Evaluación de Diseño (ED): Es una evaluación de gabinete apoyado en la información proporcionada por el programa. Lo anterior con el fin de que las recomendaciones en este análisis puedan retroalimentar el diseño y la gestión del programa.
- II. La Evaluación Especifica de Desempeño (EED): Es una valoración sintética del desempeño de los programas sociales que se presenta mediante un formato homogéneo. Esta evaluación muestra el avance en el cumplimiento de los objetivos y metas de los programas mediante el análisis de indicadores de resultados, de servicios y de gestión. A partir de 2014 es sustituida por la FMyE. Se aplica cada año a los programas presupuestarios de diversas modalidades.
- III. Fichas de Monitoreo y Evaluación (FEyE) Permite documentar y valorar de manera estructurada y homogénea el avance de los programas y acciones de los programas y acciones de desarrollo social del gobierno federal. Esta evaluación sustituye a la EED, por lo tanto se aplicará cada año.
- IV. Evaluación de Consistencia y Resultados (ECyR) Se evalúa sistemáticamente el diseño y desempeño de los programas federales, ofreciendo un diagnóstico sobre la capacidad institucional, organizacional y de gestión de los programas orientada hacia los resultados. Se aplica previo a la finalización de la Administración.
- V. Evaluación de Impacto (EI): Las evaluaciones de impacto permiten medir los efectos que tiene un programa en sus beneficiarios con respecto a individuos que tienen características similares pero que no reciben los beneficios del mismo. Se aplica a solicitud de la dependencia de administración pública federal.
- VI. Evaluación de Procesos. Analiza mediante trabajo de campo si el programa lleva a cabo sus procesos operativos de manera eficaz y eficiente y si contribuye al mejoramiento de la gestión.
- VII. Evaluación de indicadores: Analiza mediante trabajo de campo la pertinencia y alcance de los indicadores de un programa federal para el logro de resultados.

“El tema más complicado es la evaluación de impacto, que permite medir los efectos de los programas entre sus beneficiarios con respecto con los individuos que no tienen, porque generalmente pocos son los programas que antes de su aplicación consideren qué se va a evaluar, de forma que cuando son calificados por otras

instancias es probable que no se cumpla con los objetivos”, director adjunto de Planeación en el Conacyt.

Además, en el caso del Consejo, sus programas son calificados por cuatro instancias distintas (Coneval, las secretarías de Hacienda y Crédito Público y de la Función Pública, y la Auditoría Superior de la Federación), todas piden información distinta y toda es interpretada en forma diferente. “Eso genera complicación en el momento de generar indicadores, si a eso se suma el hecho de que nos evalúan en promedio seis veces al año, muchas veces con resultados tan distintos que son difíciles de interpretar para mejorar los programas”, señala Carreón Rodríguez.

Ante tal situación, el funcionario del Conacyt señala que el esfuerzo del FCCyT por realizar el Coloquio sobre Evaluación de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, ya que a partir de este evento se pueden distinguir metodologías adecuadas para evaluar los programas de la ciencia, tecnología e innovación, toda vez que el Consejo, por sus características y en comparación con el resto de las instituciones que integran la Administración Pública Federal deberá ser calificado de manera distinta.

Mucho se menciona que en el país se realizan evaluaciones basadas en estándares internacionales o de las comparativas del país en rankings de innovación o competitividad. Pero más allá que se cumpla con lineamientos, es posible obtener información de experiencias de otros países a fin de considerar ciertos modelos de evaluación de las políticas en ciencia, tecnología e innovación. Ese razonamiento lleva a plantear la necesidad de realizar diversos foros sobre Evaluación de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, aunado a los Coloquios ya celebrados, donde se requiere reunir a expertos internacionales para conocer distintas formas en que se mide el impacto de la ciencia, la tecnología e innovación ya que las evaluaciones deben ser una parte intrínseca de las políticas públicas, y no una herramienta que determine si se mantienen o eliminan los programas que promueven a la ciencia y tecnología.

Un ejemplo claro es la metodología que se llevó a cabo en la provincia canadiense de Ontario, donde se formuló un esquema de evaluación hacia varios programas con el objetivo de determinar el impacto las áreas de impacto de cada uno de ellos. De esa forma, se calificó si el impacto de cada programa era alto, medio o bajo en rubros como la generación del conocimiento, nuevas empresas, generación de empleo, aportación al PIB de la región, paga de impuestos o bienestar social. Lo que llama la atención fue se pudo observar que mientras aquellos programas dirigidos al apoyo

directo al sector académico tienen un alto impacto en la generación de conocimiento, tenían un bajo resultado en la recaudación fiscal y en consecuencia sobre la aportación del PIB. Caso contrario de lo que ocurría con los programas de apoyos indirectos a los negocios (como estímulos fiscales), que daban mejor resultado en la generación de empleos aunque su aporte a la generación de conocimiento era moderado.

El Banco Interamericano del Desarrollo (BID), que es un organismo multilateral de financiamiento para América Latina, también realiza una serie de evaluaciones sobre las políticas públicas, entre ellas las de ciencia, tecnología e innovación, que llevan a cabo los países con los que firma convenios.

Alessandro Maffioli, economista adscrito a la Oficina de Planeación Estratégica y Efectividad en el Desarrollo del BID, realizó una “Guía metodológica para evaluar el impacto de programas de ciencia, tecnología e innovación”, y durante el evento convocado por el FCCyT explicó que la institución para la que labora da mayor relevancia a las llamadas evaluaciones de impacto, que buscan determinar si un proyecto es exitoso en función a los resultados. Para ello, se realiza una metodología en que se analizan dos grupos de individuos. En el primero se concentran aquellas personas a las que se buscó beneficiar con el programa, en quienes se analiza si, en efecto, se tuvo resultados positivos. En tanto que en el segundo grupo de individuos, llamada de control, están sujetos que no han sido beneficiarios del programa a evaluar, de modo que se pueda detectar si existió una mejora significativa después de la puesta en marcha del programa o política pública.

Sin embargo, el especialista del BID comentó que las evaluaciones de las políticas públicas van más allá de saber si funcionan o es necesario eliminarlas o modificarlas, ya que también es conveniente hacer seguimientos de los resultados que se generan durante la aplicación de los programas.

“Se puede dar seguimientos con las evaluaciones de impacto a fin de conocer si un programa o política incide en los efectos finales e intermedios. Por ejemplo, se puede observar el escalamiento de la productividad tras implementar una herramienta o en el caso de una evaluación final determinar si el sector privado aumentó su inversión en el rubro, pero todo esto debe estar previamente planificado desde el proyecto de la política”, indica Alessandro Maffioli.

En México el problema de fondo en las políticas públicas y de gobierno para la CTI consiste en las distintas especificidades del quehacer científico y tecnológico, que se miden distinto a como ocurre en la evaluación de las políticas sociales y asistenciales;



de modo que no existe una metodología única que sirva para evaluarlas a todas, sino que es preciso generar metodologías adecuadas a cada especificidad científica y tecnológica.

### **2.3.3 Ciencia, tecnología e innovación en la agricultura mexicana**

Una de las aplicaciones más importantes que puede tener la Ciencia en cuanto al Desarrollo Económico de nuestro país, claramente se encuentra en el sector primario de la economía, ya que México cuenta con una amplia variedad de recursos naturales, lo cual permite el aprovechamiento de los mismos a través de las actividades principales, que son la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la caza y la pesca.

Su aplicación a la agricultura puede aumentar la producción de alimentos gracias a una mejor ordenación de los suelos, eficientar los sistemas de riego y cultivos de alto rendimiento y de mayor valor nutritivo. El “milagro” del crecimiento económico de México se debió, en gran medida, al progreso de la producción agrícola, el cual creció a una tasa de 4% en ese período. Durante este progreso, el desarrollo de la agricultura mexicana contribuyó directamente al desarrollo económico al abastecer al país de una mayor autosuficiencia alimenticia; al proporcionar materias primas para las manufacturas mexicanas; así como en las exportaciones de algodón, café, legumbres, frutas y ganado, las cuales representaron las principales exportaciones de México (Hansen, 1983), que al mismo tiempo posibilitaron la generación de ahorros para ser utilizados en inversiones industriales y de infraestructura.

Las tareas de realizar la investigación agrícola local y estratégica, de desarrollar el conocimiento de los recursos naturales *per se* y de formar recursos humanos profesionales, se cumplieron con creces y se aplicaron al desarrollo rural en los países industriales durante el Siglo XX. Su estrategia fue, consistentemente, la de aplicar el conocimiento científico a un modelo de incrementar la productividad de la mano de obra en el contexto de abundancias relativas de tierra y capital. Así surge lo que se llama agricultura moderna.

Es importante deslindar los conceptos de agricultura científica y de agricultura moderna, como opciones para los países que han invertido visionariamente en la investigación, en el desarrollo de sus recursos humanos y en la divulgación del conocimiento.

- Se consideran las siguientes definiciones operativas de ambos tipos de Agricultura. Agricultura Científica: *Usa todos los conocimientos científicos y tecnológicos pertinentes sobre los recursos naturales (suelo, agua, clima y biota) per se y sobre sus productividades agrícolas, para el objetivo conjunto de (a) la producción de alimentos y fibras, y (b) hacer mínimo el impacto sobre los recursos naturales.*
- Agricultura Moderna: *Usa todos los conocimientos científicos y tecnológicos pertinentes para la producción de alimentos y fibras, buscando hacer mínimo el costo financiero por unidad de producto, dentro del marco jurídico del uso de los recursos naturales en la agricultura.*

No habría diferencia notable entre ambas definiciones si el marco jurídico que norma el uso de los recursos naturales en la agricultura respondiera de inmediato al avance en el conocimiento científico sobre los recursos naturales y sobre su grado de perturbación.

Una clasificación arbitraria de la agricultura de México que es útil para nuestros fines consta de cuatro categorías:

- La agricultura tipo revolución verde (bajo riego o temporal benigno; norte del país, el Bajío, valles altos, costas tropicales y subtropicales del golfo de México y del Pacífico);
- La agricultura marginal (por la calidad de sus tierras y su clima, por la pequeñez de sus predios y acceso a los servicios; ubicada en la meseta semiárida del norte, los valles altos, el Bajío semiárido, y las mixtecas)
- La etno-agricultura (sedentaria o de roza-tumba -quema, desarrollada en las sierras, costas del golfo de México y Caribe y del Pacífico)
- La agricultura orgánica (nichos de alta calidad agrícola ubicada en sierras, costas, valles altos).

La investigación agrícola que históricamente se ha realizado en México se ha enfocado casi exclusivamente hacia la productividad de los recursos naturales (suelo, agua, clima y germoplasma) de las regiones más productivas, que aquí se clasifica como del tipo revolución verde. Sin embargo, en esas regiones casi se ha ignorado la investigación para el conocimiento de esos recursos *per se*; también se ha descuidado el estudio de los efectos negativos de las prácticas agrícolas: es decir, de las externalidades ecológicas. Las excepciones son lo que se ha aprendido sobre el

drenaje y salinización en los distritos de riego y sobre la erosión hídrica en las laderas de algunos distritos de desarrollo rural.

Los Tipos de agricultura marginal y sedentaria han recibido poca atención: no existe campo experimental alguno en el país que, enclavado en las sierras, atienda formalmente a la etno-agricultura. Otro tanto ha pasado en cuanto a la formación de recursos humanos e institucionales. Tampoco hay planes de Estado que busquen corregir esta situación a mediano o a largo plazos. Esto es el síndrome agrícola de los países subdesarrollados asediados por su crecimiento demográfico. Es obvio que deben corregirse las omisiones de investigación sobre la productividad de los recursos naturales y sobre los recursos *per se* en las cuatro categorías agrícolas.

Sería pertinente, mientras se avanzara en la dirección de corregir omisiones en la agricultura mexicana, aprovechar el conocimiento adquirido en los países industriales sobre las externalidades ecológicas, para actualizar el marco jurídico del campo mexicano. Las acciones que se especifican en el marco normativo deben servir principalmente como guía para la acción futura del sector público en materia de fomento a la producción sostenible agrícola y la protección del ecosistema nacional contra el deterioro excesivo. La eutrofización, la contaminación de los acuíferos profundos con nitritos y con moléculas de agroquímicos por su uso no-regulado, la salinización de las tierras bajo riego, y el uso no-profiláctico de agroquímicos son la amenaza inminente de las regiones con agricultura de tipo revolución verde en México. Esto puede inferirse a partir del uso y abuso de agroquímicos por períodos de más de 30 años. La erosión de las tierras en ladera en las categorías de agricultura marginal y etno-agricultura y el daño directo a los trabajadores y a las familias rurales por el uso no-profiláctico de herbicidas, de insecticidas en granos almacenados en la vivienda y la quema de los residuos agrícolas como recurso tecnológico, son su amenaza inminente.

Por ello, es altamente recomendable para México abrazar, desarrollar y aplicar el paradigma de la agricultura alterna como solución que reconcilia a la seguridad alimentaria, a la agricultura en pequeño y a la protección del agro-ecosistema. Los problemas más urgentes del deterioro de los recursos agua, suelo y biota de uso agropecuario: erosión hídrica, eutrofización de cuerpos de agua superficiales, contaminación de acuíferos profundos y pérdida de germoplasma de las especies nativas de uso agrícola han sido ignorados hasta la fecha por el marco jurídico mexicano.

México presenta un desempeño agregado de 1980 a 2001, en lo que respecta a 16 cultivos básicos: seis cereales (maíz, sorgo, trigo, arroz, cebada y avena), seis leguminosas comestibles (frijol, haba, lenteja, arvejo, garbanzo blanco y cacahuate) y cuatro oleaginosas (soya, cártamo, ajonjolí y girasol). La superficie sembrada de estos 16 cultivos representó 89% de la superficie total sembrada con cultivos de ciclo corto y 69.2% de la superficie total sembrada con todos los cultivos.

Se examinó la producción total anual de ese conjunto de cultivos básicos (ambos ciclos, bajo riego y en temporal), la superficie de labor dedicada a todos los cultivos de ciclo corto, el índice de cultivo y el índice de no-siniestro (estos dos agregados para todos los cultivos de ciclo corto) y el índice de rendimiento de los 16 cultivos básicos. El índice de rendimiento se calculó ponderando el rendimiento de cada cultivo con su superficie sembrada, tanto en riego, como en temporal, en ambos ciclos de cultivo. El alto índice de cultivo logrado en 1981, año de mayor impacto del Sistema Alimentario Mexicano<sup>1</sup> (SAM) y el mínimo valor histórico alcanzado en 1993, año en que se concretaron los arreglos para un Tratado Trilateral de Libre Comercio (TLC) entre México, Estados Unidos y Canadá. También es de notarse el alto valor del índice de rendimiento logrado en el año 2001. Hay evidencias de que los tres factores de la producción de los 16 cultivos básicos pueden incrementarse significativamente en el futuro mediano y a largo plazo y que el campo mexicano tiene la capacidad potencial para alimentar a un país de 150 millones de habitantes.

### **2.3.4 El índice de Desarrollo Humano**

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una medida estadística compuesta por la esperanza de vida, la educación, y los índices de ingresos que se utilizan para clasificar a los países en cuatro niveles de desarrollo humano. Creado en 1990 por los economistas Mahbub ul Haq y Amartya Sen, el IDH es un referente internacional para medir el grado de desarrollo humano y la calidad de vida que tienen los países del mundo.

Grosso modo, el IDH se basa en una serie de factores que influyen directamente sobre el desarrollo humano. Se entiende por desarrollo humano el proceso en el cual se amplían las oportunidades del ser humano, siendo las más esenciales disfrutar de una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos y tener acceso a los recursos necesarios para lograr un nivel de vida decente (PNUD, 2014).

El índice analiza tres criterios importantes del desarrollo económico (la esperanza de vida, educación y niveles de ingreso) y la utiliza para crear una puntuación general entre 0 y 1, en el cual 1 indica un alto nivel de desarrollo económico y 0 un nivel muy bajo.

El IDH combina:

- Índice de esperanza de vida. La esperanza media de vida en comparación con una esperanza de vida mundial esperada
- Índice de Educación
- La media de años de escolarización
- Años de escolarización previstos
- Índice de Ingresos (INB PPA)

De esta manera, se puede considerar que el IDH ofrece un índice general de desarrollo económico. Tiene algunas limitaciones y excluye varios factores que podrían haber sido incluidas. Por ejemplo, existe una amplia divergencia dentro de los países, ya que países como China y Kenia tienen muy diferentes puntuaciones del IDH según la región de que se trate (por ejemplo, en el norte de China hay más pobres que en el este y el sur). Así mismo, un PIB per cápita superior puede ocultar la desigualdad generalizada en un país, puesto que algunos países con un mayor nivel tienen al mismo tiempo altos niveles de desigualdad (México, por ejemplo). Además el índice refleja primordialmente los cambios a largo plazo (por ejemplo, la esperanza de vida) y difícilmente responde a los cambios a corto plazo;

Pese a ello, el IDH muy utilizado para realizar comparaciones en temas de bienestar económico, el cual resulta mucho más adecuado que utilizando sólo el PIB per cápita. De esta manera, resultan innegables los alcances de la Ciencia y Tecnología para lograr un alto IDH, en temas como la educación, la salud y el crecimiento económico, considerándolos al mismo tiempo como los medios para la consecución del desarrollo económico.

En 2013, México se ubicó en el lugar número 71 de 187 países en la clasificación mundial del IDH, con un índice de 0.756, el cual situó a México entre los países con alto desarrollo humano. Sin embargo, el reporte indica que existen todavía grandes brechas entre hombres y mujeres, especialmente en la dimensión del ingreso, y pese a que otras se han reducido, persisten amplias disparidades regionales, así como en cada estado del país.

### **2.3.5 La ciencia y su importancia en otros ámbitos.**

Tomando en cuenta los problemas específicos de nuestro país, la ciencia y la tecnología también son fundamentales para afrontar los problemas relacionados con: el crecimiento demográfico y la urbanización, el cambio climático, la crisis del agua, la deforestación, la biodiversidad y las fuentes de energía.

En el ámbito de la salud, mediante la provisión de medicamentos, vacunas, sistemas de diagnóstico, acceso a la información médica, y a los sistemas de vigilancia de la calidad de los medicamentos contribuye: en la lucha contra la mortalidad infantil y materna, el paludismo, y el VIH/SIDA, entre otras. Actualmente la salud y alimentación en nuestro país se encuentran en manos de empresas transnacionales, por lo que existe una necesidad imperante de innovar e incorporar tecnología en empresas farmacéuticas mexicanas pequeñas y medianas.

La utilización de tecnologías sencillas y asequibles conlleva a mejorar notablemente la calidad de vida de la población. Por ejemplo el tratamiento del agua con cloro en los hogares puede aumentar la salubridad del agua y las condiciones sanitarias. No obstante, este tipo de conocimiento no está disponible para toda la población, debido principalmente a que la difusión para poner en práctica medios tecnológicos domésticos, está enraizada a niveles socioeconómicos medios.

Sin embargo, con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), mediante la formación a distancia, las redes de conocimientos en línea y las bibliotecas digitales se puede facilitar enormemente la educación y formación de personas de escasos recursos, así como de las poblaciones rurales dispersas, las mujeres y las personas con discapacidad. Además, una expansión del sistema científico nacional implicaría la necesidad de generar empleos para la nueva generación de científicos mexicanos, esto aseguraría el empleo y evitar así la fuga de talento mexicano a otros países.

Conocer cuáles son los lineamientos que sigue actualmente el Gobierno Federal en materia científica y tecnológica constituye la parte final de este trabajo, sin duda crucial para entender las oportunidades de emprender un modelo de desarrollo tecnológico adaptado al actual coyuntura nacional e internacional, a la vez que podamos aprender de las experiencias en cuanto al desarrollo científico de otros países, especialmente los países asiáticos y latinoamericanos, para retomar lo más importante de cada caso y tener una visión integral del desarrollo.

## **CAPÍTULO 3. Investigación científica y tecnológica en la actualidad.**

### **3.1 Ciencia, Tecnología e Innovación en el contexto internacional**

A continuación, procederemos a realizar un análisis sobre el tema de la Ciencia, la tecnología y sus implicaciones en el desarrollo de distintas regiones del mundo. En este apartado, estudiaremos los logros más destacados de algunos países, de tal modo que logremos recoger las experiencias que nos permitan inducir un aprendizaje que podamos aplicar en México de acuerdo a las características específicas del país.

A través de muchos años, el rubro científico ha tomado gran relevancia en la mayoría de los países de todo el mundo, siendo las aplicaciones prácticas de los avances científicos y la innovación los que más ha coadyuvado al éxito de las políticas de desarrollo económico, mediante la implementación del conocimiento en las decisiones estratégicas de un país.

De forma paralela, resulta muy importante considerar el grado de apoyo gubernamental que cada país tiene en relación a la Ciencia y Tecnología puesto que la experiencia señala que sin el adecuado apoyo del sector público, en conjunción con el sector privado, la capacidad tecnológica de un país queda rezagado respecto al resto del mundo, y esto conlleva serias desventajas para el diseño de una estrategia eficaz para la consecución del desarrollo económico.

#### **3.1.1 Ciencia, Tecnología y Desarrollo Económico en América Latina**

Eduardo Galeano, en “Las venas abiertas de América Latina”, hace una observación contundente: *“el desprecio por la ciencia es una de las herencias malditas de América Latina”*. Esto se fundamenta en el hecho de que históricamente América Latina ha sido incapaz de crear una tecnología propia necesaria para sustentar y defender su propio desarrollo. A pesar de los esfuerzos de muchos gobiernos nacionales por sacar provecho de una ciencia latinoamericana para el desarrollo económico, la infraestructura científica ha tenido serias vulnerabilidades, sobre todo en la década de 1980, tras la crisis de la deuda que agravó la estabilidad sociopolítica y económica y la posterior implantación de modelos económicos neoliberales en la región.

Las palabras de Galeano claramente hacen alusión a un subdesarrollo científico y tecnológico que desde hace muchos años ha permeado en todos los países latinoamericanos. La cuestión que se torna necesario abordar es, ¿cómo explicar este subdesarrollo a la luz de los hechos históricos?

Lo primero es considerar la importancia que tomó la ciencia y la tecnología en el mundo industrializado (fenómeno que registró e impulsó la OCDE), siendo un factor clave que despertó gran interés en los países subdesarrollados. La difusión realizada por los organismos internacionales de esta nueva perspectiva del crecimiento contribuyó a la adopción de medidas públicas relacionadas con el fomento de la ciencia y la tecnología. Es así como “las políticas públicas de ciencia y tecnología se expandieron en casi todo el mundo a partir de la segunda guerra mundial bajo la inspiración de lo que actualmente se conoce como ‘modelo lineal’, cuyo énfasis está puesto en el financiamiento a la investigación básica como principio dinamizador del proceso creativo y de la transferencia de los conocimientos al entorno social” (Albornoz, 2009).

A partir de ello, muchos teóricos y políticos latinoamericanos vieron a oportunidad de impulsar políticas destinadas a fortalecer la investigación científica como parte de una estrategia más amplia que condujera al desarrollo económico, misma estrategia que se retroalimentaba y afianzaba en el impulso a la creación científica y la utilización de estos conocimientos. Como hemos visto en el primer capítulo de esta investigación, durante los años sesenta y en la década siguiente, en América Latina surgió un movimiento intelectual que se orientó a buscar soluciones a la cuestión del subdesarrollo, otorgando un papel destacado a la ciencia y tecnología como parte de un proceso de modernización social.

El papel que representó la Organización de los Estados Americanos fue estratégico para la instrumentación política de los proyectos científicos regionales. Así mismo, la UNESCO también contribuyó al primer diseño institucional de la política científica y tecnológica en América Latina. Sin embargo, la realidad de estos países desbordó dichos proyectos políticos e institucionales destinados al desarrollo científico nacional.

Los proyectos económicos que se pusieron en práctica en la segunda mitad del siglo XX y sus políticas referentes a la ciencia y tecnología, enmarcados dentro del modelo de industrialización que varios países llevaron a cabo, convergieron hacia un proceso de inserción en la economía internacional, en el que se basó casi exclusivamente en la exportación de materias primas y recursos naturales, así como en los ramos de la agricultura, energía y minería. Los proyectos económicos nacionales, que tuvieron



una inspiración muy marcada en las teorías económicas de la CEPAL y la escuela dependientista, carecieron de una consideración adecuada sobre la importancia de las innovaciones tecnológicas para el proceso de industrialización. El proceso de industrialización propuesto por la CEPAL destacó la importancia del progreso técnico pero fue concebido más bien como simple instalación de plantas industriales, al promover un desarrollo como producto de la transferencia de tecnología en forma incorporada a las grandes inversiones de capital. Los teóricos de la dependencia, por su parte, observaron el papel de la dependencia tecnológica como eje esencial del subdesarrollo, sin embargo no atendieron satisfactoriamente la dinámica propia de la tecnología. El resultado fue un nivel relativamente bajo en la capacidad tecnológica de los países latinoamericanos, así como una escasa demanda de los conocimientos generados en la región, lo que conllevó a profundizar la dependencia tecnológica de los países de América Latina con los países tecnológicamente más avanzados.

Así mismo, este proceso generó muy poca innovación tecnológica, situación enraizada a una industria anquilosada, incapaz de producir bienes de capital, lo que significó un déficit de la balanza comercial en el sector manufacturero y una influencia cada vez más decisiva de las empresas transnacionales sobre las economías locales, cuyas perspectivas a largo plazo eran ajenas a los intereses de los países de la región. El escaso desarrollo de una base científico tecnológica propia, en combinación con una enseñanza universitaria falto de un dinamismo que fuera capaz de generar la expansión de las capacidades científico-técnicas de un país, conllevó a que, al no adaptar nuevos conocimientos a los procesos de producción, pronto se volvieron obsoletos e incapaces de abastecer a la demanda interna.

De esta manera, podemos puntualizar que el modelo de industrialización que siguió la mayor parte de los países de Latinoamérica fue de tipo proteccionista que fortaleció un tipo de desarrollo tecnológico que estuvo determinado principalmente por el uso de insumos tecnológicos importados en detrimento de los de origen local. Como consecuencia, una importante proporción de la tecnología empleada actualmente en América Latina es producto de la transferencia tecnológica, y no como fruto de su propio progreso nacional.

En la década de 1980, el modelo latinoamericano de industrialización por sustitución de importaciones atravesó por un período de declive, conocido como la “década perdida”; situación en la que coincidieron en mayor o menor medida todos los países de América Latina, particularmente México, Brasil y Argentina. Esta década trajo como consecuencia directa la ruptura de la concepción de una vía propia hacia el desarrollo, a través de la industrialización, lo que dio lugar a la implementación de políticas

enfocadas principalmente en el ajuste, la estabilización y la apertura comercial, así como una ola intensiva de privatizaciones y la reducción del papel del Estado en las economías nacionales como punto de inflexión para aprovechar los beneficios de la globalización.

El llamado “Consenso de Washington”, que consiste en una serie de políticas económicas elaborada por los organismos financieros internacionales y los centros económicos durante los años 90, englobadas en dichas áreas de estabilización macroeconómica y la apertura comercial, hicieron estragos en los países de la región. A medida que el proceso político avanzaba en la implementación de dichas políticas económicas, el papel de la ciencia y la tecnología pasaría, drásticamente, a ocupar un lugar insustancial para el crecimiento y desarrollo económico, exceptuando algunas áreas vinculadas con intereses estratégicos de los gobiernos en turno.

Considerando que otros países, particularmente los asiáticos, siguieron políticas de exportaciones y de entrelazamiento con los mercados internacionales perfilando la competitividad de las empresas nacionales, las políticas impuestas en la región latinoamericana condujeron a otro tipo de perfil tecnológico, mucho más débil. La atracción de los países en desarrollo hacia los problemas de la política científica y tecnológica se deben en buena medida al fracaso relativo que han tenido los procesos de industrialización en la post guerra (Piñón, 2004).

Durante los primeros años del siglo XXI, Latinoamérica ha tenido una nueva fase de expansión, incluso más prolongado que en décadas anteriores. De acuerdo con Albornoz (2009) muchos expertos estiman que el perfil productivo predominante en la región, fuertemente vinculado con la dotación de recursos naturales en campos críticos como la alimentación y la energía, auguran un tránsito menos penoso en el proceso de reajuste económico a escala mundial.

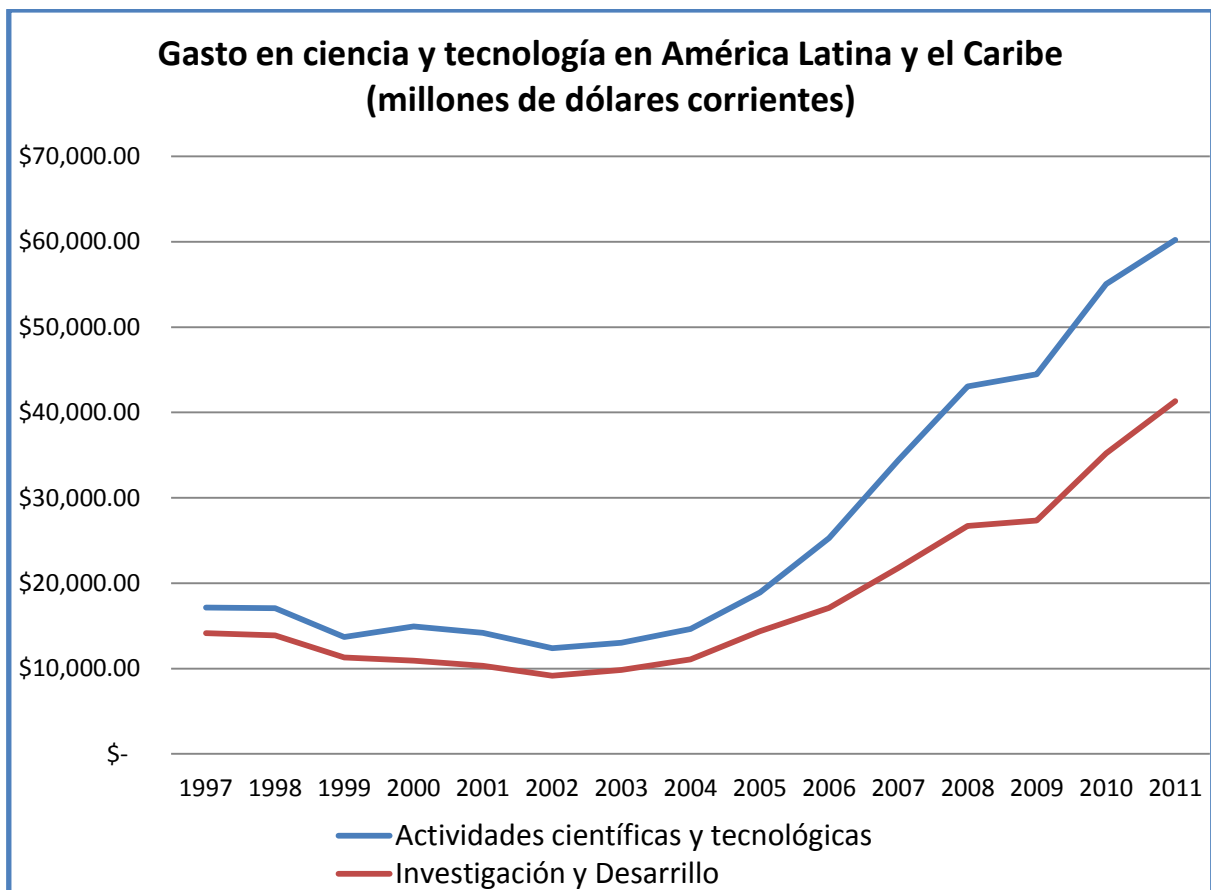
De manera paralela, las políticas sobre ciencia y tecnología han venido cambiando de enfoque, en el que los procesos de innovación y la difusión social del conocimiento para el desarrollo, ocupan un lugar más relevante en el plano discursivo. También se han aprovechado los aspectos más sobresalientes de las políticas científicas e institucionales que han venido aplicándose con el objetivo de vincular la innovación científica como parte del desarrollo, en el que el impulso a la equidad social se torna como una cuestión cada vez más necesaria. Un ejemplo de ello ha sido la Conferencia Latinoamericana y del Caribe sobre Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sostenible, promovida por la UNESCO en 2006, en el que se destacó la existencia de tensiones entre los procesos de democratización y la

satisfacción de las necesidades sociales, para lo cual son imprescindibles las políticas de ciencia y tecnología.

Con base en ello, se han venido practicando diversas reformas en los últimos años encaminadas a eficientar los recursos, incentivar la innovación y a conseguir resultados a mediano y largo plazo. Algunos ejemplos prominentes son: la creación de la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica en Argentina; los esfuerzos del gobierno de Chile para financiar centros de excelencia, proyectos de innovación y redes de centros públicos y privados; el exitoso programa aeroespacial impulsada por Brasil; así como la creación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), por parte del Gobierno de Uruguay, entre otros.

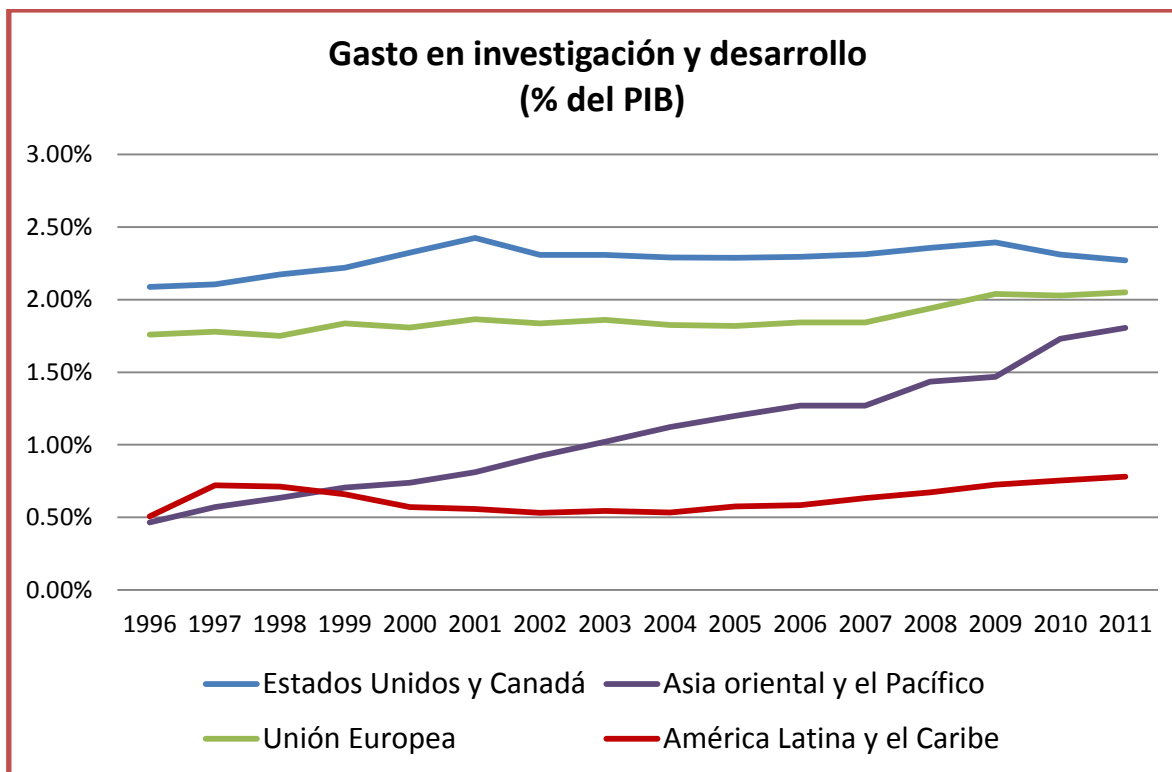
Sin embargo, el punto más débil del resurgimiento de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina sigue siendo el hecho de que dichas políticas se han encaminado más en consolidar las capacidades científicas tradicionales, que en generar las condiciones determinantes para la modernización de los sistemas productivos en los distintos países de Latinoamérica. Esta situación es resultado directo de las circunstancias históricas que ha sobrellevado la región, pero es agravado principalmente por el bajo nivel en promedio de la inversión en ciencia y tecnología.

De acuerdo con la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana (RICYT), la inversión en Investigación y Desarrollo para América Latina y el Caribe en 2011 alcanzó \$41,334.47 millones de dólares (mdd), lo cual implicó duplicar la cantidad que se destinaba en 2006. Así mismo, la inversión en Actividades Científicas y Tecnológicas alcanzó poco más de \$60,000 mdd.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos de Ricyt. En <http://www.ricyt.org/indicadores>

Si comparamos la evolución de la inversión en Investigación y Desarrollo como porcentaje del PIB con el resto de bloques geográficos observamos que la trayectoria de América Latina no ha tenido un desempeño destacado. En el período analizado, el crecimiento de este indicador para Latinoamérica no superó el uno por ciento, mientras que la evolución de la inversión en el resto de bloques de los países desarrollados presenta valores superiores y sostenidos a lo largo de la serie como el caso de la Unión Europea y Estados Unidos y Canadá.

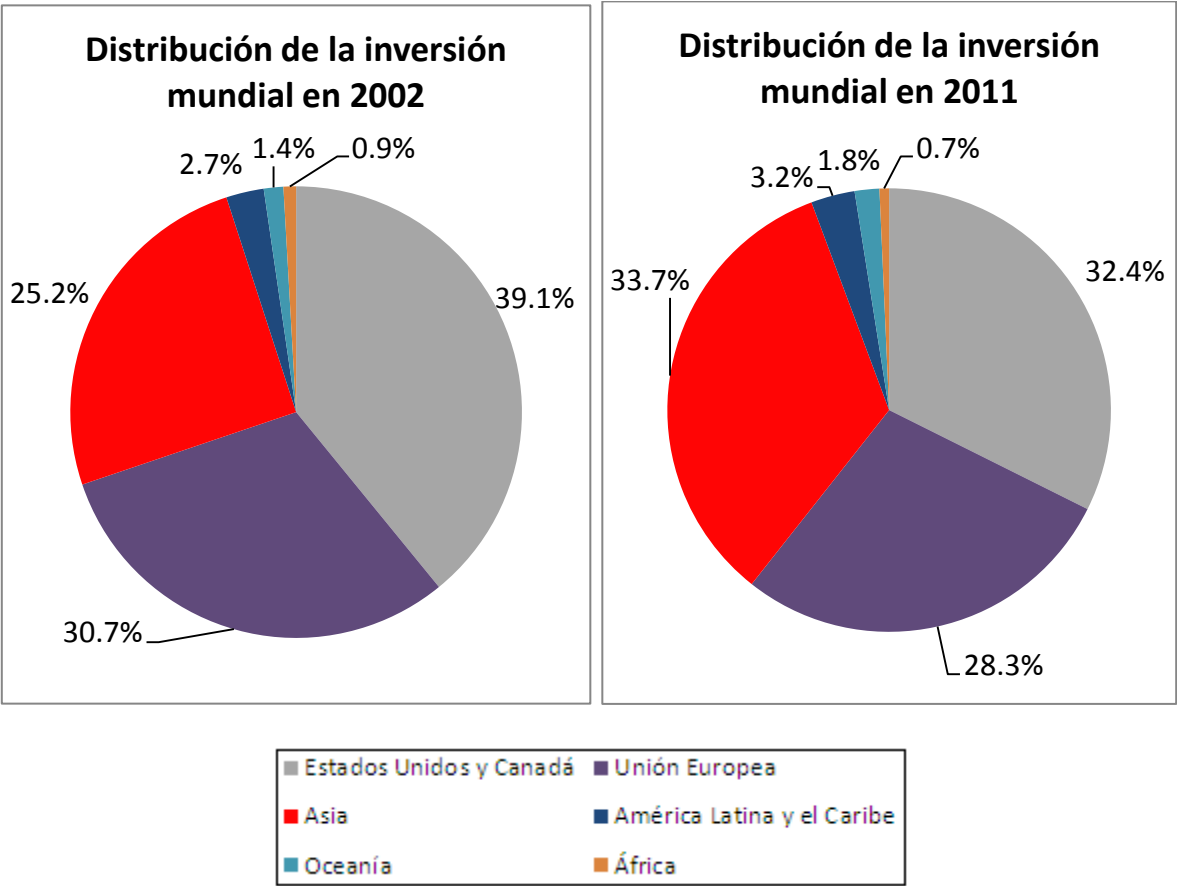


Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos de Ricyt. En <http://www.ricyt.org/indicadores>

Con base en esto, queda expuesto que en los últimos 15 años no ha habido cambios significativos en la materia, ya que los países de América Latina no han sido capaces de aumentar considerablemente la inversión en ciencia y tecnología, a pesar de la activa labor de los bancos internacionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial, que han desembolsado importantes préstamos destinados a fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación en los países de la región. En 2006, la inversión en Investigación y Desarrollo de los países de América Latina ascendió a 18.308 millones de dólares, lo que representó el 1,9% de la inversión mundial en dichos rubros de aquel año. Sin embargo, lo más significativo de las políticas de inversión científica y su evolución en los últimos años, no es tanto la escasa dimensión de la inversión a escala mundial, sino el hecho de que su tendencia ha permanecido consistente durante muchos años, tardando en reflejar los efectos de las nuevas políticas.

En este caso se advierte que más allá de los esfuerzos realizados en incrementar la inversión en Investigación y Desarrollo, el aporte de América Latina a la inversión

mundial continúa siendo bajo. Durante toda la serie representó el 3% del total mundial invertido, comenzando con un 2,7% en 2002 y finalizando con el 3,2% en 2011. También se observa un marcado detrimento de la participación de la Unión Europea y de Estados Unidos junto a Canadá, a raíz del crecimiento asiático impulsado por la inversión realizada por Israel, Japón y China, principalmente.

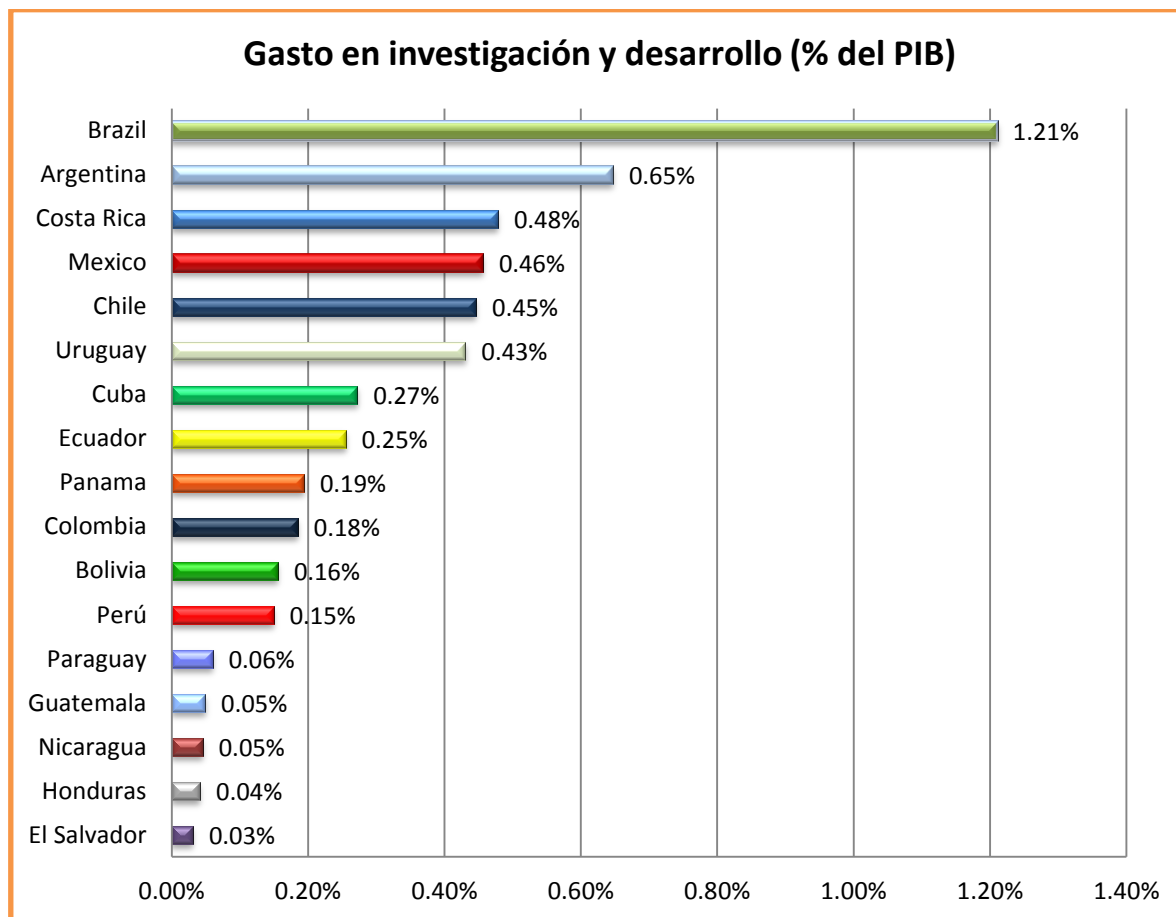


Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos de Ricyt. En <http://www.ricyt.org/indicadores>

Entre los países que más invierten en Investigación en Latinoamérica, se destaca Brasil, país que desde el año 2004 inició un proceso de crecimiento acelerado de la inversión llegando a casi duplicar el valor con el que inició la serie con una inversión de 27,69 mil millones de dólares. Argentina tuvo un desempeño de crecimiento sostenido durante los diez años y para 2011 registró una inversión de 4,63 mil millones de dólares. México también mostró una evolución positiva y sostenida de su

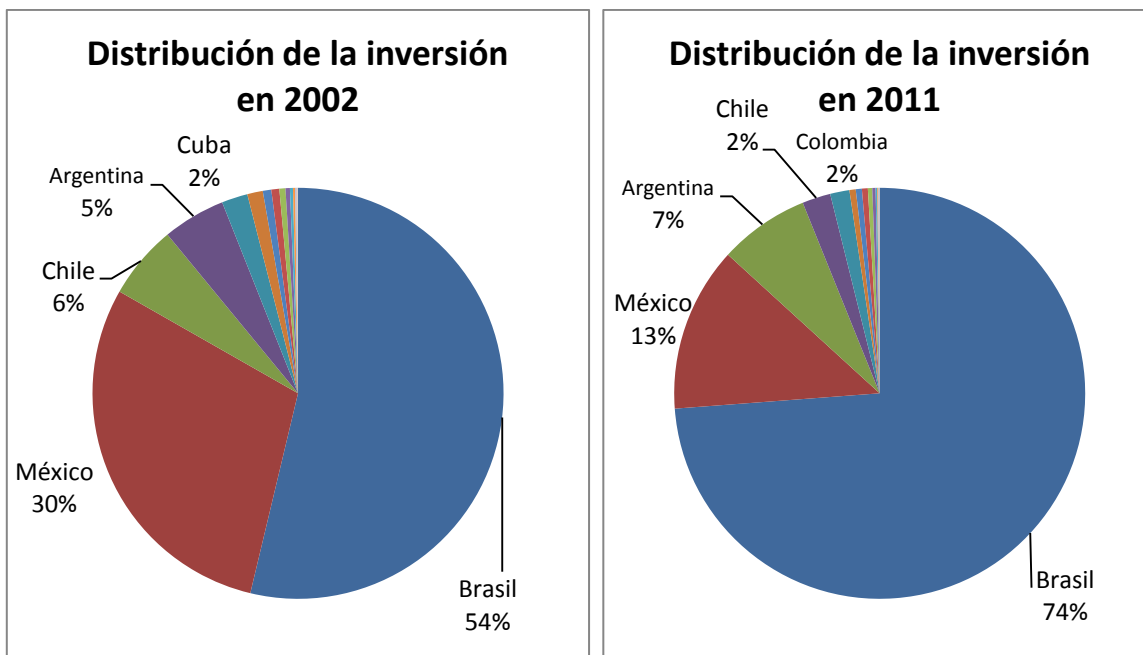
inversión en Investigación y Desarrollo a lo largo del tiempo, con un salto en 2010 al invertir 21% más que en 2009 (RICYT, 2013).

Haciendo un comparativo<sup>1</sup> de los países latinoamericanos en cuanto a los recursos destinados al financiamiento de la investigación científica como porcentaje del PIB, podemos observar que en 2011, solamente Brasil tuvo una inversión superior al uno por ciento. En cuanto a la heterogeneidad de estos países, comparando los años 2002 y 2011, Brasil, México, Argentina y Chile aportan casi el 95% de total regional para ambos períodos.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos de Ricyt. En <http://www.ricyt.org/indicadores>

<sup>1</sup> Todos los datos tienen como referencia el año de 2011, a excepción de Panamá y Chile (2010), Bolivia (2009), Ecuador (2008), Honduras y Perú (2004) y Nicaragua (2002).



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos de Ricyt. En <http://www.ricyt.org/indicadores>

La formación de científicos e investigadores es otra condición necesaria para desarrollar y consolidar las capacidades tecnológicas de Latinoamérica. En 2010, los países de América Latina y el Caribe disponían de 445,902 de investigadores, lo cual coloca a dicha región en una posición de mayor importancia que su presencia en el financiamiento de dicho sector. La tendencia de los años recientes ha sido positiva, ya que el número de investigadores de los países de América Latina ha aumentado un 85% en el período comprendido entre 2000 y 2010.

Un aspecto preocupante que coincide con esta tendencia es la migración de profesionales altamente calificados a otros países, principalmente anglosajones. Los censos realizados en países de la OCDE hacia el año 2000 muestran que cerca de un millón y medio de latinoamericanos con títulos de educación superior residían en ellos. Esta condición es impulsada principalmente por la escasez de oportunidades en que se encuentran los científicos latinoamericanos respecto a sus países de origen. De acuerdo con Pellegrino (2000), “los determinantes de la migración calificada se suelen ubicar en las diferencias salariales y en las oportunidades de realización profesional”. En este sentido, el mundo desarrollado, especialmente Estados Unidos, ofrece mayores posibilidades de realización profesional respecto a los países de origen.



La necesidad de crear programas que permitan recuperar la cantidad de personal científico para revincularlo a las comunidades locales y recuperar la movilidad en aras del crecimiento de economías nacionales, es un proyecto viable y constituye un camino imprescindible para generar un desarrollo tecnológico latinoamericano, pero su efectividad dependerá en gran medida del impulso y sostén que se aporte desde las políticas nacionales. El objetivo de generar condiciones que permitan a los profesionales y técnicos la capacidad de innovación forma parte de un desarrollo vital del sistema productivo, que sea capaz de desplegar su potencial tecnológico y conlleve a un adelanto significativo de las economías de América Latina.

La ciencia, la tecnología y la innovación tienen un papel muy importante para la consecución de las metas de cada país en cuanto al crecimiento y equidad, aunque es importante señalar que las innovaciones científicas y tecnológicas han padecido un grave atraso en los últimos años, los cuales han sido insuficientes para contribuir a resolver las necesidades que cada región y así, fortalecer los vínculos con la sociedad.

El crecimiento económico de los últimos años ha permitido devolver cierto auge a las políticas de ciencia y tecnología, incorporando el tema de la innovación, sin embargo, como hemos señalado anteriormente, los resultados se han encaminado más en consolidar las capacidades científicas tradicionales que en generar los impulsos determinantes para la modernización de los sistemas productivos, cuestión que se torna imprescindible superar si se tienen miras hacia el desarrollo económico.

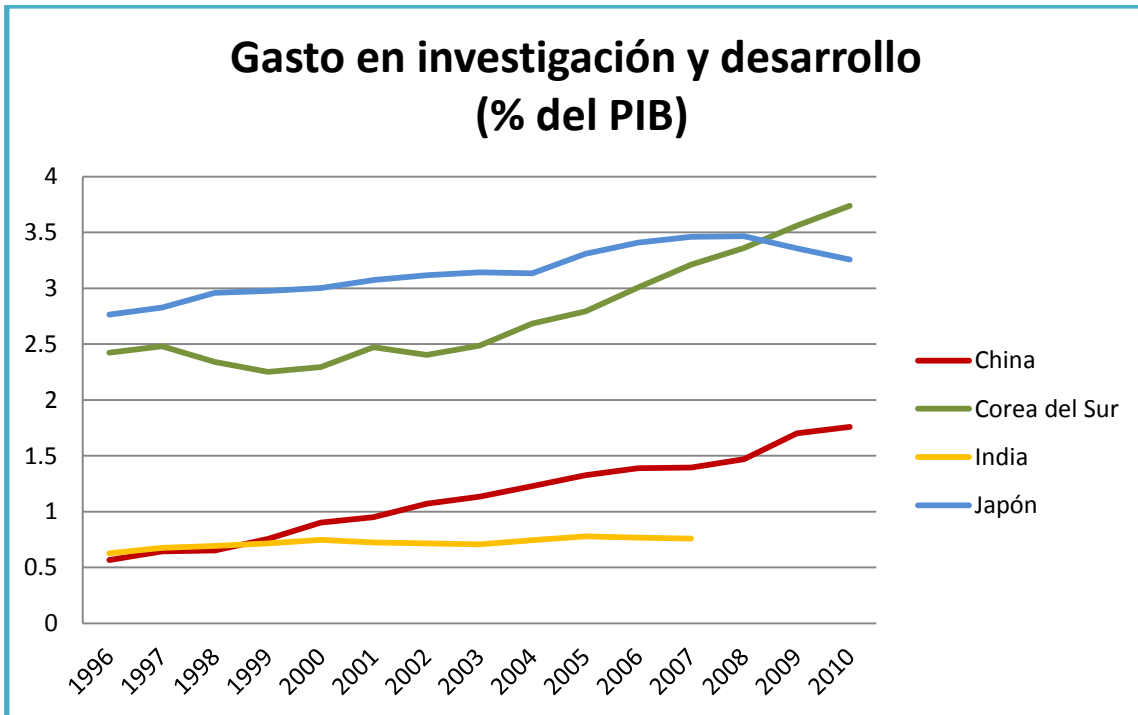
### **3.1.2 Ciencia, Innovación y Desarrollo Económico en Asia**

En la década de 1980, mientras gran parte del mundo abría sus economías al comercio internacional y las políticas de liberalización, varios países de Asia establecieron su propio modelo de sustitución de importaciones, especialmente para las industrias de alta tecnología, que tuvo resultados muy positivos y superiores al de la experiencia latinoamericana en el mismo proceso. El éxito de la industrialización japonesa, por ejemplo, es uno de los fundamentos más firmes para estudiar el papel de la ciencia y la tecnología en dicho proceso; y nos ayuda a comprender en qué medida el proceso tecnológico japonés inició su propio desarrollo prestando y transfiriendo tecnología más que desarrollándola originalmente.

Entre las economías que han alcanzado un considerable grado de desarrollo tecnológico e industrial en las últimas décadas destacan Japón, China, Corea del Sur y en menor medida India. Cada una de estas economías asiáticas siguió su propio modelo de desarrollo tecnológico, impulsado acorde a las características propias de cada país, así como a las problemáticas coyunturales y sus propias circunstancias históricas, razón por la que abordaremos de manera sintética el desarrollo tecnológico de cada uno de estos cuatro países, atendiendo al mismo tiempo a sus implicaciones a escala mundial.

Una similitud histórica entre estos países es que dicho modelo tuvo una cierta fase de arranque en la importación de artículos electrónicos, como computadoras portátiles y teléfonos celulares, al mismo tiempo que los gobiernos locales orientaron una política hacia la sustitución de importaciones de las piezas y componentes utilizados en la fabricación de esos productos, con el propósito de establecer empleos bien remunerados que desarrollasen el mercado interno, y empresas nacionales con la capacidad de competir a nivel mundial.

El fomento a la ciencia y tecnología como parte esencial de un desarrollo económico regional en Asia se apartó de las políticas de libre mercado inscritos en el Consenso de Washington, de tal forma que en los últimos años los países asiáticos han avanzado en materia científica en una proporción muy superior a los países desarrollados de Occidente. Japón es uno de los países que más presupuesto destina a la investigación científica, situando su porcentaje de inversión por encima del 3% del PIB; porcentaje que ha venido manteniendo en los últimos 10 años. Corea del Sur también se sitúa como uno de los países que mayor presupuesto destina a la ciencia, el cual fue de 3.73% en 2010. También China es un país que ha aumentado considerablemente la inversión total a la ciencia y tecnología en los últimos años, el cual ha aumentado a una tasa anual de 8.5%, desde 1996.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos del Banco Mundial. En <http://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>

En Japón, China y Corea del Sur el motor principal de su crecimiento económico ha sido el desarrollo industrial y su vinculación con las principales áreas estratégicas de investigación, las cuales se centran en los ámbitos de la biotecnología, robótica y nanotecnología, tecnologías de la comunicación y convergencia digital, energía y medioambiente, tecnologías agrícolas y procesado de alimentos, robótica y defensa, por mencionar las más importantes.

El proceso del desarrollo tecnológico que adoptó Japón ha sido muy citado como un modelo para los países subdesarrollados. Tras la Segunda Guerra Mundial, se llevó a cabo la reconstrucción de las industrias básicas, como la minería y el acero, período en el que se buscaron nuevas tecnologías para la producción de barcos, fertilizantes químicos y en la industria textil, por lo cual se intentó recuperar los medios para producir energía, desarrollando por ejemplo la extracción y uso del carbón, al mismo tiempo que importaban y adaptaban nuevas tecnologías que permitían producir acero, el cual pronto se volvió una materia de exportación.

De esta forma, Japón transitó hacia ciclos industriales superiores, basados en tecnología cada vez más avanzada. En la década de 1980 y particularmente en 1990

comenzó un ciclo de innovación que produjo tecnología capaz de competir con los países desarrollados. Japón fue pionero en el desarrollo de la maquinaria automática, la biotecnología, la nanotecnología, y sobre todo, la innovación de la producción en la industria automotriz. Esta escalada tecnológica se dio, principalmente, gracias al papel del ahorro y la inversión, el cual llegó a ser del 40% del PIB, que se destinó a áreas estratégicas de la economía, entre ellos la ciencia y la tecnología.

Una de las consecuencias más importantes de estas políticas es el porcentaje de investigadores que tiene Japón en relación con su población. Para 2008, existen 827 291 investigadores en Japón, es decir, que por cada 10 000 habitantes en Japón, 64.8 son investigadores, lo que representa una de las proporciones más altas en el mundo.

El caso de Corea del Sur también demuestra, de forma muy marcada, el potencial económico que la inversión en ciencia y tecnología es capaz de aprovechar. Aunque desde el principio el crecimiento económico de la República de Corea se basó en imitar las políticas extranjeras, el país fue capaz de asimilar las tecnologías avanzadas y mejorarlas, aumentando considerablemente la inversión en investigación y desarrollo. La inversión pública en investigación y desarrollo de este país ha aumentado constantemente en los últimos años, llegando a ser la inversión más alta de la región en 2010; por su parte el sector privado tiene una importancia estratégica en este rubro, ya que las empresas llevan a cabo alrededor de tres cuartas partes de la investigación y desarrollo en la República de Corea, lo que ha aumentado su potencial tecnológico e industrial.

Algunos de los resultados directos de la implementación de estas políticas han sido: un considerable aumento en el volumen de las patentes coreanas, pasando de 3 786 en 2003 a 7549 en 2008, situándose en el cuarto lugar a nivel mundial para este indicador; una balanza comercial tecnológica positiva, siendo que el volumen de exportaciones de productos de alta tecnología ascendió de \$15,4 mil millones de dólares en 1993 a \$ 121.3 mil millones de dólares en 2012, lo que indica que la innovación se ha vuelto más intensa en la República de Corea en los últimos años y el comercio de tecnología con otros países mucho más dinámico

En el caso de China, el desarrollo tecnológico comenzó con las reformas económicas y la apertura al exterior en 1978. El rápido crecimiento económico y la optimización de la estructura industrial se complementaron mutuamente, lo que coadyuvó de manera muy importante el hecho de que se traspasó un porcentaje muy alto de la mano de obra del sector agrícola al sector industrial: cuando se proclamó la República Popular de China, en 1949, cerca del 60% del PIB provenía del sector agrícola, mientras que

en la etapa inicial de la reforma y la apertura al exterior este porcentaje se redujo por debajo del 40% hasta situarse, en el año 2006, cerca del 10%.

Los éxitos más importantes que ha alcanzado China en los últimos años tuvieron su origen en la reforma del sistema científico-tecnológico impulsada por el Partido Comunista de China, que buscó “una aplicación amplia y dinámica de los logros de ciencia y tecnología en el campo de la producción, el despliegue total de las funciones de su personal, la absoluta emancipación de sus fuerzas productivas y, por último, la promoción del desarrollo científico, tecnológico y social” (Guoping, 2007). Gracias a esto, China se ha convertido en uno de los países más prolíficos del mundo en cuanto a número de publicaciones científicas, ocupando el octavo lugar en el 2000, de acuerdo con la base de datos *Science Citation Index* (SCI); también en cuanto a la solicitud y la concesión de patentes de invención a los residentes nacionales, aunque aún se encuentra rezagado respecto a los países asiáticos y europeos. Así mismo, las industrias de alta tecnología en China han experimentado un rápido crecimiento en los últimos 10 años. El valor de la producción industrial bruta de las industrias de alta tecnología creció entre 2000 y 2008 de \$125.8 mil millones a \$822,0 mil millones de dólares. Durante el mismo período, el número de empleados en el ramo creció más del doble, pasando de 3.9 millones a 9,5 millones.

Por otra parte, una de las problemáticas cruciales que enfrenta China es la fuerte dependencia tecnológica que tiene con el exterior: en 2008, China pagó \$10,3 mil millones de dólares por concepto de regalías y derechos de licencia, obteniendo ingresos de sólo \$570.5 millones de dólares. Por esta situación es que uno de los principales objetivos del país es impulsar el desarrollo de tecnologías y estándares propios que puedan competir con los de las industrias extranjeras.

Finalmente, India tiene una larga historia de políticas relacionadas con el desarrollo tecnológico, el cual recibió un impulso muy importante al consumarse la independencia respecto al Reino Unido, en 1947, a raíz de diversas medidas que potenciaron la competitividad de la región. Una de las más relevantes es la Declaración de Política Tecnológica en 1983, que tuvo como objetivo principal el desarrollo de tecnología endógena como forma de asegurar la eficiente adaptación de tecnologías importadas que respondiera a las prioridades nacionales y los recursos disponibles.

Algunos de los resultados de la implementación de estas políticas en torno a la ciencia y la tecnología han sido: el progreso de la India en el *Índice Global de Innovación*, ubicándose entre las naciones más innovadoras del mundo; un aumento en el número

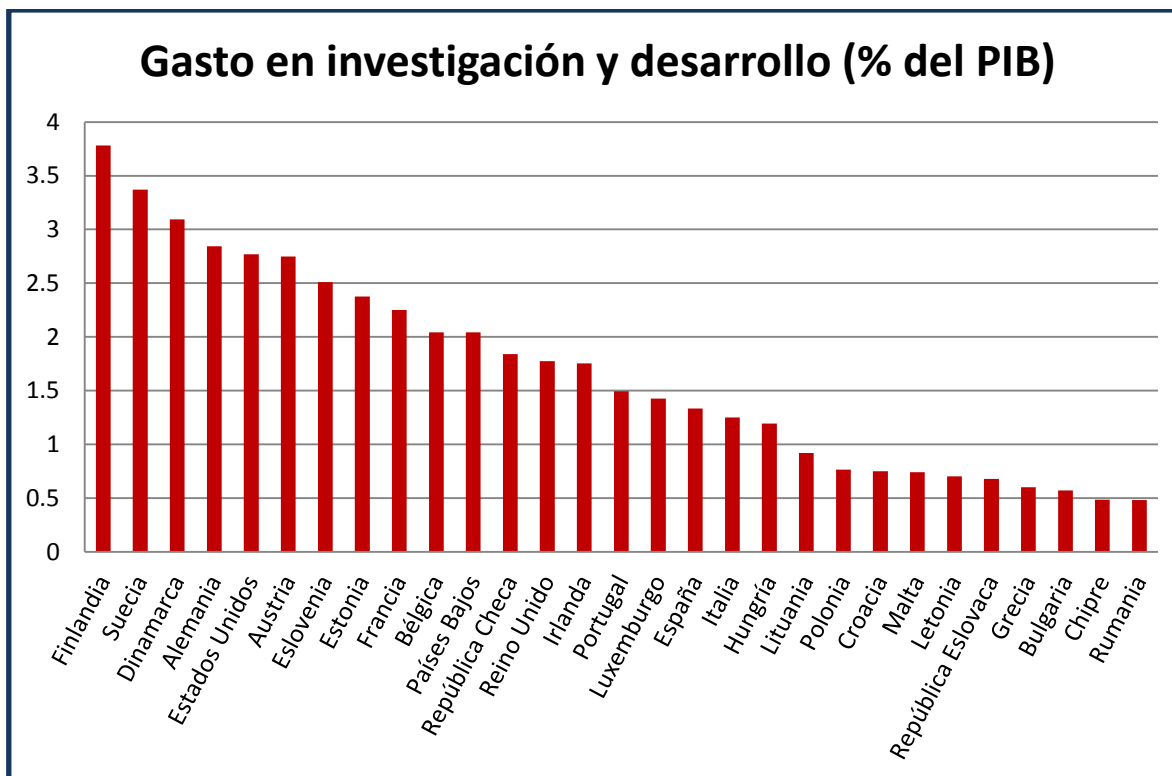
de centros de Investigación científica, que han pasado de menos de 100 en 2003 a cerca de 750 a finales de 2009, los cuales están relacionados, en su mayoría con tecnologías de la información y comunicación (TIC) e industrias farmacéuticas.

India ha surgido como la quinta economía más grande en el mundo en términos de paridad de poder adquisitivo (BM, 2010). Si bien, en términos relativos, la economía de la India es sólo la mitad del tamaño de la de China, el PIB de la India se ha mantenido en ascenso durante la última década, el cual tuvo un incremento del 4.73% en 2012, que resulta modesto si lo comparamos con el crecimiento de 10.2% en 2010, después de subir desde el 5% en 2002 a una constante de 9% en 2005-2007.

No obstante, de acuerdo a los datos del Banco Mundial, el 35% de la población de la India vive por debajo de la línea de la pobreza (menos de 1 dólar al día) y las tasas de analfabetismo son todavía muy elevadas. Es por ello que las prioridades de la India en el ámbito de la investigación se dirigen a solventar los problemas básicos de su población, centrándose en áreas como la seguridad agrícola, nutrición, energías renovables y medioambiente, recursos hidráulicos, vivienda, salud y desarrollo industrial.

### **3.1.3 Ciencia en Estados Unidos y la Unión Europea**

Estados Unidos y los países integrantes de la Unión Europea son los países que más importancia le otorgan a la investigación científica y tecnológica. En el siguiente cuadro comparativo observamos el porcentaje que Estados Unidos y cada país miembro de la Unión Europea le asigna a la investigación y desarrollo, el relación al PIB. Podemos ver que la mayor parte de estos países le asignan un porcentaje superior al uno por ciento, mientras que Finlandia, Suecia y Dinamarca establecen un presupuesto por encima del 3%. Así mismo, Alemania, Estados Unidos y Austria dedican 2.84%, 2.76% y 2.74% respectivamente, de su PIB a las áreas de la investigación y desarrollo; cifras que resultan muy superiores al presupuesto que asigna México y la media de los países latinoamericanos en dichas áreas.



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos del Banco Mundial. En <http://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>

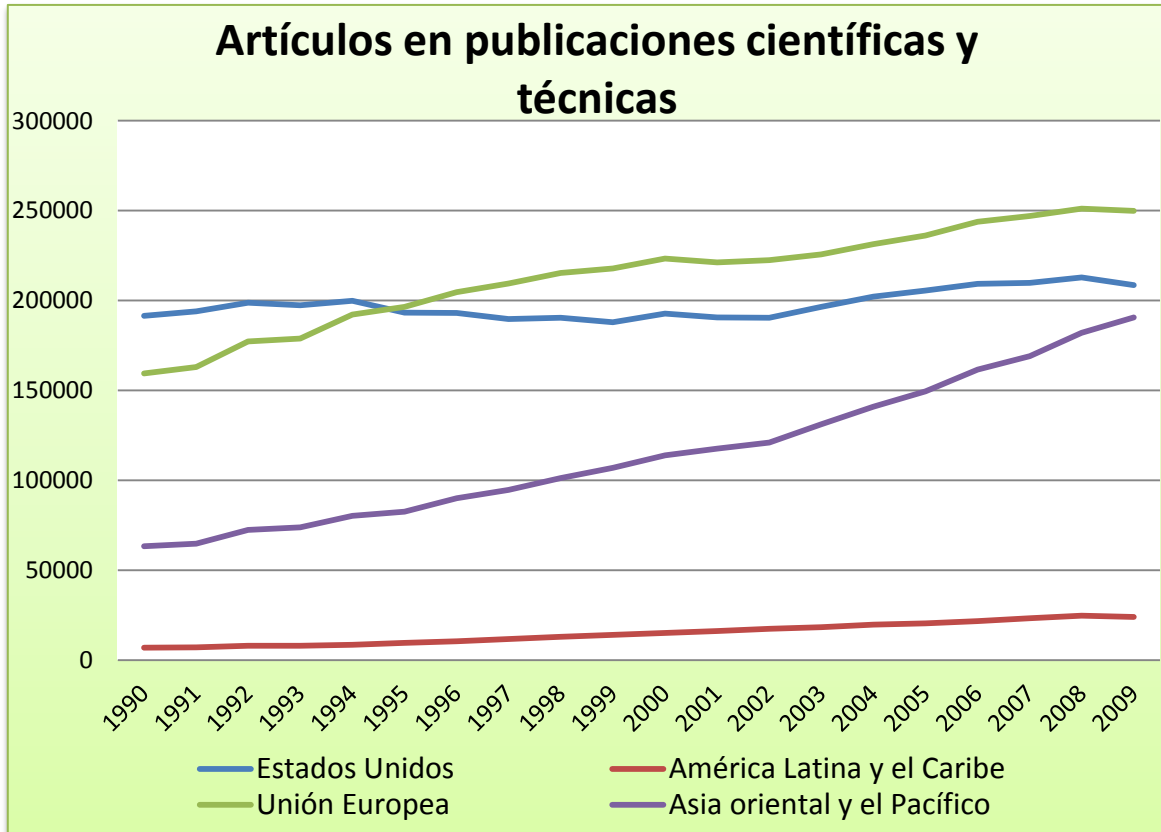
Actualmente, Estados Unidos es el país tecnológicamente más avanzado del mundo, así como uno de los países que más presupuesto destinan a la investigación y desarrollo. El gasto interno bruto en los EE.UU. en dichos rubros ha venido aumentando desde el cambio de siglo, alcanzando aproximadamente \$368.1 mil millones de dólares en 2007, de los cuales el sector privado contribuyó con el 67% del total, y el gobierno federal 27%. Este gasto representa más del que destinaron en conjunto el resto de los países del G-8, conformado por Alemania, Canadá, Francia, Italia, Japón, Reino Unido y Rusia (UNESCO, 2010). La hegemonía de Estados Unidos en materia científica tuvo su apogeo alrededor de la segunda mitad del siglo XX, en el que la industria estadounidense superó a la europea, el cual al mismo tiempo el gobierno estadounidense invertía fuertemente en investigación científica y desarrollo tecnológico que dio lugar a avances muy significativos que no sólo han modelado profundamente el éxito económico de Estados Unidos, sino que también han contribuido a sus propias instituciones políticas, la estructura social, sistema educativo y la identidad cultural del país.

Por su parte, de acuerdo al director general de Euroscience, Peter Tindemans, “la Unión Europea claramente es ahora el líder mundial en cuanto a publicaciones en el Science Citation Index (SCI) se refiere. Pero lo que cuenta en términos de inversión es el gasto en investigación y desarrollo y, en términos de producción, la calidad de innovación” (UNESCO, 2010).

Precisamente, dos de los indicadores más representativos para medir el impacto directo de la política en materia científica a nivel mundial, son el SCI y el Social Sciences Citation Index (SSCI), los cuales miden el número de artículos científicos y de ingeniería publicados en los siguientes campos: física, biología, química, matemáticas, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, y ciencias de la tierra y del espacio.

En el siguiente gráfico podemos observar que en las últimas dos décadas Estados Unidos ha mantenido una media cercana a las 200,000 publicaciones científicas por año; mientras que la Unión Europea ha tenido una creciente producción científica, llegando a las 250,000 publicaciones en 2008, con lo que se sitúa en primer lugar a nivel mundial en dicho rubro, aunque ciertamente se trata de un comparativo entre los 28 estados que actualmente conforman la Unión Europea en su conjunto y Estados Unidos.





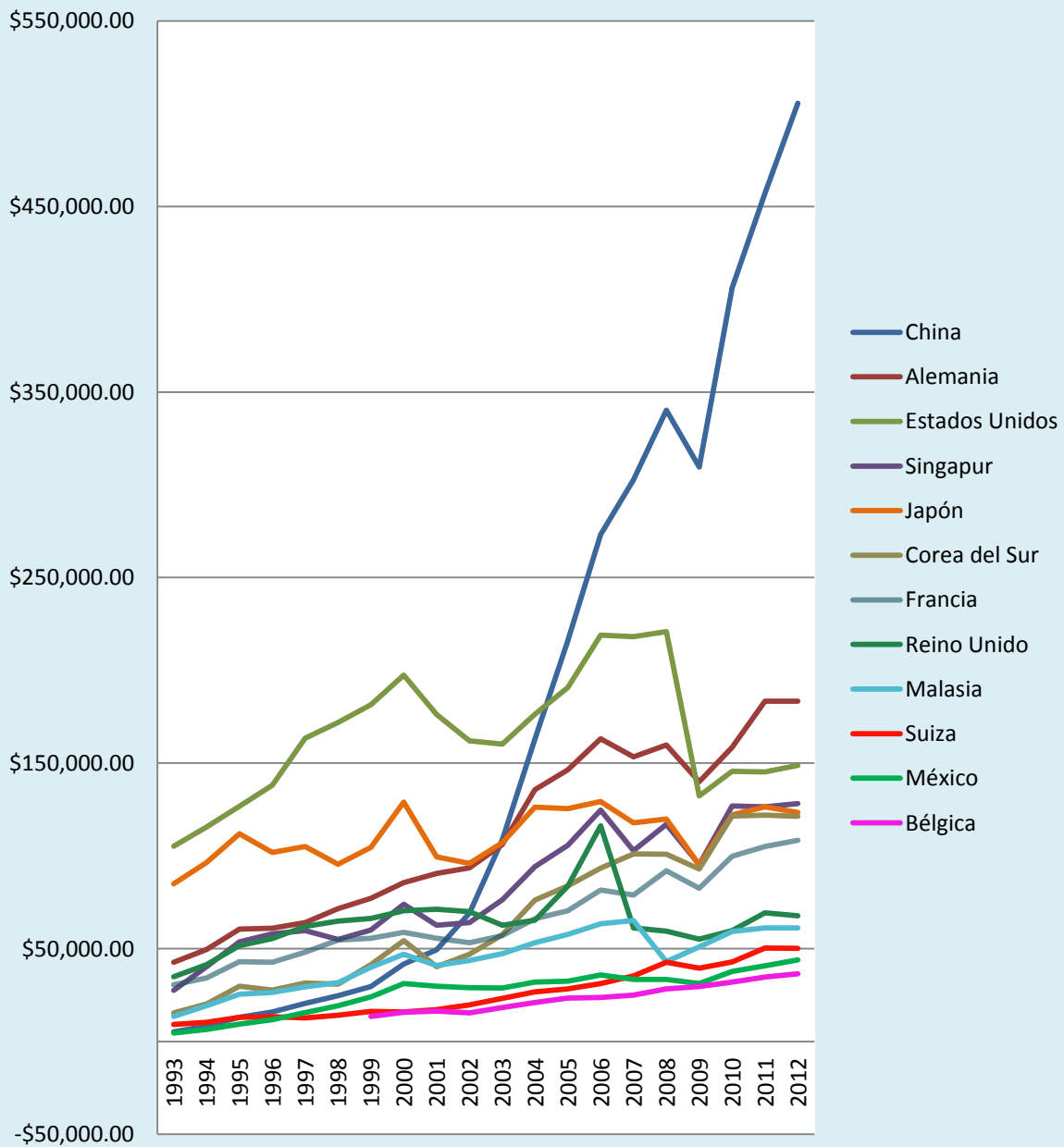
Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos del Banco Mundial. En <http://datos.bancomundial.org/indicador/IP.JRN.ARTC.SC>

Así mismo, los países de Asia oriental, entre los que se encuentran China, Japón y Corea del Sur, han incrementado significativamente el número de artículos científicos en el mismo período, pasando de 63,000 en 1990 a 190,000 en 2009. Por otra parte, el nivel de producción científica que ha tenido América Latina en las últimas décadas se ha quedado muy rezagado con respecto a las demás regiones, el cual ha tenido una media que no sobrepasa los 15,000 artículos científicos por año, lo cual significa que la brecha entre los países tecnológicamente más avanzados y la región latinoamericana se ha dilatado de manera alarmante.

Por otra parte, uno de los indicadores que miden el grado de desarrollo tecnológico que ha alcanzado un país son las exportaciones de productos de alta tecnología. Estas exportaciones son productos altamente intensivos en investigación y desarrollo, como los productos de las industrias aeroespacial, informática, farmacéutica, de instrumentos científicos y de maquinaria eléctrica.

Graficando los mayores niveles de exportaciones de productos de alta tecnología en el período comprendido de 1993 a 2012, podemos apreciar que China ha tenido un extraordinario crecimiento, el cual ha tenido una tendencia exponencial al pasar de \$5,000 millones de dólares (mdd) en 1993 a \$500,000 mdd veinte años después, con lo que actualmente sobrepasa a todas las economías a nivel mundial. Muy distante de China se encuentra Alemania, el cual ha venido superando a Estados Unidos en los últimos años, al tener un resultado de \$183,000 mdd y \$148,000 mdd en 2012, respectivamente. Esta relativa ventaja de Alemania frente a Estados Unidos se debe fundamentalmente a la recesión económica en el último trimestre de 2008, que surgió tras el colapso del sistema de crédito del país en lo que se conoce como la crisis de las hipotecas subprime. La recesión tuvo un impacto en todas las instituciones de educación superior de los Estados Unidos, incluidas las de investigación, las cuales se vieron obligadas a recortar sus programas de enseñanza e investigación. Así mismo, el clima económico internacional se deterioró drásticamente a lo largo de 2008 y hasta bien entrado 2009, lo que trajo como consecuencia la reducción del nivel de exportaciones estadounidenses, principalmente los de alta tecnología.

## Exportaciones de productos de alta tecnología (mdd a precios actuales)



Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los datos del Banco Mundial. En <http://datos.bancomundial.org/indicador/TX.VAL.TECH.CD>

Finalmente podemos observar que México ocupa el lugar 11 en relación a los países exportadores de alta tecnología, el cual ha tenido un desempeño moderado en los últimos años. Dichas exportaciones han tenido una tasa de crecimiento de 13.8% anual, al pasar de \$4,487.54 mdd en 1993 a \$44,013.43 en 2012. La importancia de este indicador radica en el hecho de que los sectores manufactureros de alta tecnología, representan un gran potencial de crecimiento para las industrias tecnológicas del país. Las industrias de alta tecnología, que incluyen a los sectores aeronáutico y aeropartes, automotriz y autopartes, electrónica, eléctrica, nanotecnología y mecatrónica representaron el 40 por ciento del PIB manufacturero y el 48 por ciento de las exportaciones manufactureras en 2012, por lo que impulsar su desarrollo es una cuestión estratégica para el crecimiento económico.

### **3.2 Inversión Pública Federal**

En México, el financiamiento a las actividades científicas y tecnológicas se realiza de acuerdo a la clasificación institucional, el cual comprende:

- Sector productivo
- Sector gobierno
- Sector privado no lucrativo
- Sector educación superior
- Sector externo

El sector gobierno está conformado por las dependencias y entidades de los gobiernos federal, estatal y municipal; así como las instituciones privadas no lucrativas normadas y financiadas por el gobierno, tales como la Academia Mexicana de Ciencias, Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

Las competencias del Estado en materia de ciencia y tecnología se localizan en los niveles federal y estatal. El gobierno federal concentra los principales organismos de formulación de políticas, dirección y coordinación. Entre ellos los más importantes son el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). En el Congreso de la Unión, la Cámara de Senadores y la de Diputados cuentan con comisiones de ciencia y tecnología que se especializan en la elaboración y análisis de las iniciativas legislativas tendientes a promover la investigación científica y el desarrollo tecnológico. En el nivel estatal, los gobiernos cuentan con órganos específicos

responsables del fomento y la coordinación de las actividades científicas y tecnológicas en su territorio. La inversión del sector privado no lucrativo y el sector empresarial tiene menor participación que la del sector público, es llevada a cabo por universidades privadas, entidades sin fines de lucro y empresas nacionales y multinacionales (RICYT, 2013).

El Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico es el organismo encargado de la definición de políticas y lineamientos en materia científica y tecnológica en México que es presidido por el Presidente de la República, y está formado por los titulares de las Secretarías de Estado que realizan actividades científicas y tecnológicas, asociaciones de científicos y de la academia y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, quien ejerce el cargo de Secretario Técnico. Entre sus principales funciones destaca la aprobación del programa especial de ciencia y tecnología (PECITI), el cual analizaremos en el siguiente apartado.

Así mismo, el CONACYT es la entidad especializada que asesora al Ejecutivo Federal para articular las políticas públicas del Gobierno Federal y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica del país. Entre sus principales competencias está formular y proponer las políticas nacionales en materia de ciencia, tecnología e innovación, como el PECITI, así como coordinar su ejecución y evaluación, en los términos de la Ley de Planeación y de la Ley de Ciencia y Tecnología;

En términos generales, al CONACYT le corresponde la responsabilidad de impulsar y fortalecer el desarrollo científico y la modernización tecnológica a nivel nacional y regional, establecer programas de formación de recursos humanos calificados y difundir información científica y tecnológica. Para llevar a cabo sus actividades, el Consejo cuenta con los siguientes instrumentos: Fondos Sectoriales, Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología (FONCICYT), Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT), Fondo de Innovación Tecnológica, el Programa AVANCE, el Programa de Fondos Mixtos (FOMIX), Centros Públicos de Investigación (CPI), y el Programa de Redes de Innovación y el Sistema Nacional de Investigadores.

Para contabilizar el presupuesto que cada entidad federativa asigna para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, se utiliza la Clasificación Funcional del Gasto y el Clasificador por Objeto del Gasto, los cuales están diseñados por el Consejo Nacional de Armonización Contable, el cual su aplicación es de carácter obligatorio a partir de 2012 para los tres niveles de gobierno.

La Clasificación Funcional del Gasto presenta la estructura programática básica para la contabilización del financiamiento de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación por parte de las entidades federativas. La Clasificación por Objeto del Gasto está dividida en 2 áreas contables: gasto corriente y gasto de inversión, entre los cuales se contabiliza la inversión pública que comprende las asignaciones destinadas a obras por contrato y proyectos productivos y acciones de fomento, incluyendo los gastos en estudios de pre-inversión y preparación del proyecto.

### **3.3 Programa Especial de Ciencia y Tecnología e Innovación 2014-2018**

Para el primer año del sexenio en curso Enrique Peña Nieto y su gabinete enumeraron las metas a lograr en el Plan de Desarrollo Nacional 2013-2018, uno de los destacados objetivos es encaminar a México para convertirse en una sociedad basada en el conocimiento en el que la ciencia, la tecnología y la innovación jueguen un papel central, este propósito quedó sintetizado en el Objetivo 3.5, teniendo como leyenda *“Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible. Se establece la figura central que es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en la ley de Ciencia y Tecnología”*.

El director del CONACyT Enrique Cabrera Mendoza asevera que el crecimiento económico de un país y el bienestar social generalizado de sus habitantes están ligados al desarrollo científico y tecnológico, así como a sus capacidades para insertarse en la sociedad del conocimiento. Hoy en día, la generación y aprovechamiento de nuevas ideas e innovaciones se reconocen como bienes fundamentales para incrementar la productividad, competitividad y prosperidad. Uno de los factores claves fue establecer que una sociedad encaminada al desarrollo tecnológico es aquella donde la economía se basa principalmente en el conocimiento. Una economía basada en conocimiento es aquella cuyo funcionamiento se sustenta de manera predominante en la producción, distribución y uso intensivo del conocimiento y la información.

El Banco Mundial ha diseñado cuatro pilares que permiten observar el nivel de desarrollo de una economía del conocimiento, a saber:

- I. Mano de obra educada y calificada: Contar con una población bien educada y calificada es esencial para la creación, adquisición, diseminación y utilización efectiva del conocimiento.
- II. Sistema de innovación eficaz: Fomento público y privado de la investigación y el desarrollo, que da como resultado nuevos productos o bienes, nuevos procesos y nuevo conocimiento.
- III. Infraestructura de información y comunicaciones adecuada: Son las capacidades instaladas que posibilitan el desarrollo de actividades innovadoras, científicas y tecnológicas.
- IV. Régimen económico e institucional conductor del conocimiento: Se refiere a la red de instituciones reglas y procedimientos que influyen la forma en que un país adquiere, crea, disemina y usa la información.

El desarrollo de estos pilares se encuentra enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND). En él se establecen las metas nacionales que darán rumbo al país, así como los objetivos, estrategias y líneas de acción para avanzar a un México Próspero. El PND ha establecido cinco metas nacionales que proporcionan el marco general para la elaboración de los Programas Sectoriales, Institucionales, Regionales y Especiales:

- I. México en Paz
- II. México Incluyente
- III. México con Educación de Calidad
- IV. México Próspero
- V. México con Responsabilidad Global.

Por esa razón, los objetivos, estrategias y líneas de acción del PECiTI deberán alinearse con la Meta III y el Objetivo 3.5 del PND. Este objetivo atiende a la evidencia empírica existente que demuestra que las sociedades que ponen al conocimiento en la base de su transformación y desarrollo acceden a mejores niveles de bienestar. Para conseguir el objetivo mencionado se siguen cinco estrategias:

Estaregía	Objetivos
Estrategia 3.5.1	Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance un nivel de 1% del PIB.
Estrategia 3.5.2	Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel
Estrategia 3.5.3	Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.
Estrategia 3.5.4	Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.
Estrategia 3.5.5	Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país

Fuente: Elaboración propia con datos del PECiTI 2014-2018

Una vez establecidas las estrategias, es indispensable realizar un análisis de dicho programa, pues con él se constituyen las líneas de acción que tomará el gobierno respecto a cada dependencia. El PECiTI es un documento encargado de esclarecer la ruta más conveniente para las condiciones en las que se encuentra actualmente nuestro país, por lo tanto es menester tener una síntesis clara de lo del apartado que se encarga de guiar las acciones de gobierno durante los próximos años en materia de ciencia y tecnología.

El PECiTI está organizado en cuatro capítulos, distribuidos de la siguiente forma:

- ✓ Capítulo I: Diagnostico
- ✓ Capitulo II: Alienación a las Metas Nacionales
- ✓ Capitulo III: Objetivos, estrategias y líneas de acción
- ✓ Capitulo IV: Indicadores.

Cada uno de los mencionados apartados está encaminado hacia las necesidades que han requerido los agentes que intervienen en el proceso de desarrollo, en el siguiente diagrama ilustra la forma en como está constituida actualmente la coordinación, se sabe que todos estos agentes tienen que trabajar en conjunto para poder alcanzar las metas fijadas en este sexenio.





Fuente: PECiTI 2014-2018, CONACYT, México.

### 3.3.1 Diagnóstico

En este capítulo se presenta un diagnóstico de la situación del sector, de sus avances, fortalezas y logros, así como de sus oportunidades y debilidades. El diagnóstico enfatiza la necesidad de diseñar políticas públicas que consoliden los avances, atiendan las debilidades del sector y ayuden a remontar sus principales retos; en primer lugar el de la participación coordinada de todos los actores interesados en las actividades de CTI y en su financiamiento.

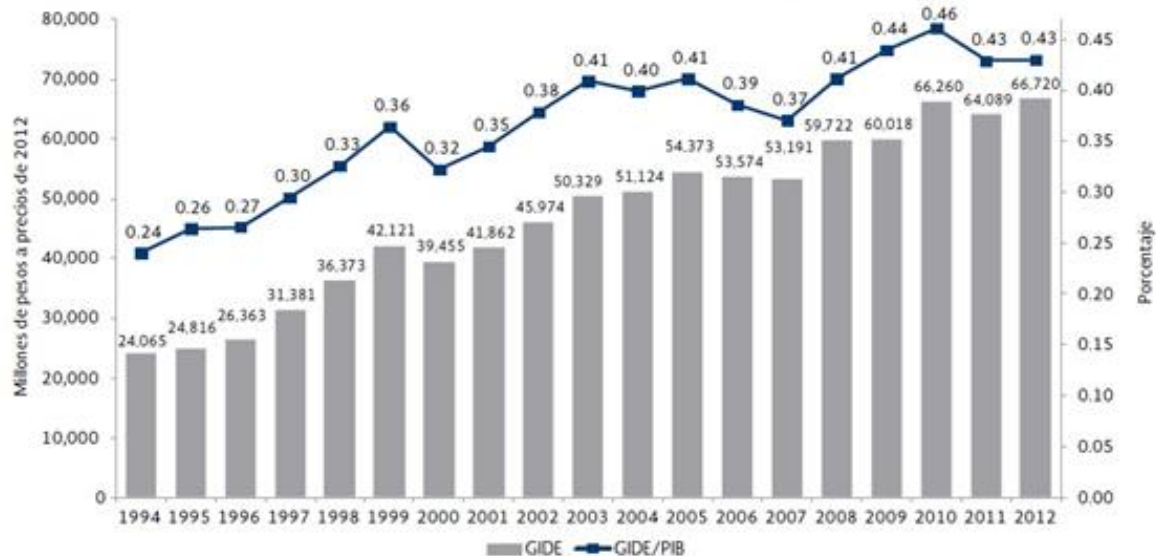
#### Inversión en Ciencia y Tecnología

##### a) *Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental (GIDE)*

El GIDE es la inversión destinada a la realización de proyectos de investigación científica y desarrollo experimental (IDE). La importancia de la IDE dentro de la economía del conocimiento se debe a que su propósito es la creación de conocimiento básico y aplicado, éste último destinado a la generación de productos y procesos. Por ello, las fuentes de financiamiento son diversas: sector empresarial, gobierno, IES, instituciones privadas sin fines de lucro y sector externo. Los países desarrollados dedican entre 1.5 y 3.8% de su PIB al GIDE. Para México el valor de este indicador se ha quedado prácticamente constante durante años sin rebasar el 0.5%. En 2012 el GIDE de México fue de 66,720 millones de pesos, lo que representó 0.43% del PIB.

Otra característica importante de la inversión en IDE es la proporción aportada por los sectores gubernamental y empresarial al total del GIDE. En México, la contribución del sector empresarial al GIDE del 2012 fue de 36.4%, mientras que el sector gobierno contribuyó con 60.0%. Además, de esa cantidad el 98.5% fue aportado por el Gobierno Federal y solo 1.5% por los gobiernos estatales.

### Gráfica de Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental 1994-2012



Nota. Datos de 2011 y 2012 estimados.

Fuente: PECiTI 2014-2018, CONACYT

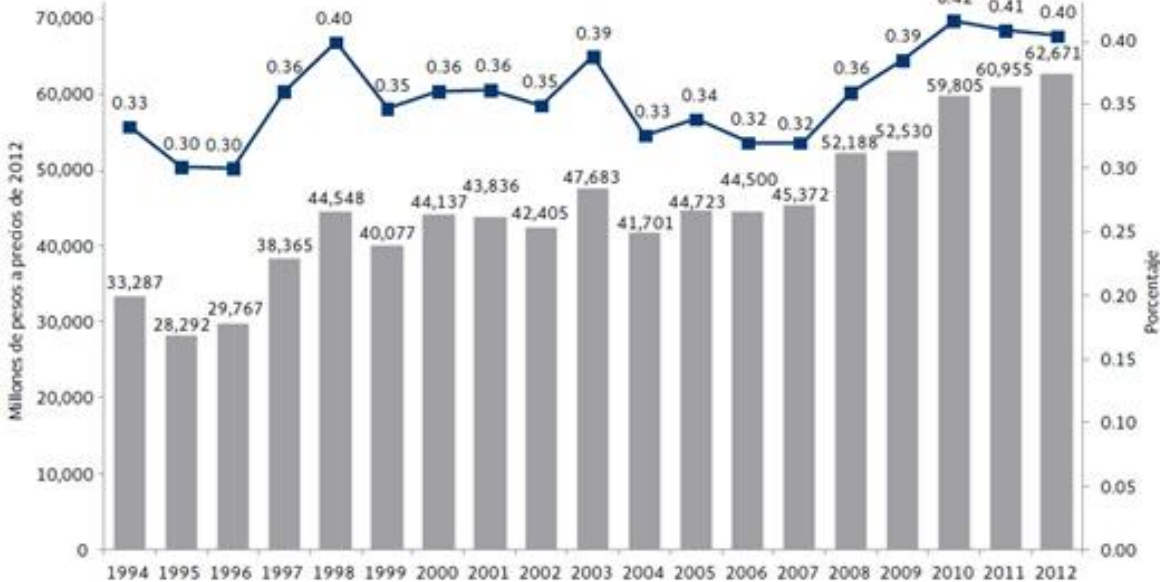
Entre 1994 y 2007 la participación del sector empresarial en el financiamiento del GIDE se incrementó hasta alcanzar en el último año un nivel máximo de 44.6%, sin embargo, a partir de 2008 la participación de este sector volvió a perder peso relativo hasta llegar en 2012 al 36.4%. Referente a los demás sectores: las IES, el privado no lucrativo y los fondos del exterior, también han visto reducidas sus participaciones en el financiamiento del GIDE, en 1994 llegaron a financiar el 17.4% y en 2012 sólo el 3.6%.

#### b) Gasto Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (GNCTI)

El GNCTI comprende, además del gasto en IDE, la inversión total en educación de posgrado, servicios científicos y tecnológicos e innovación de los sectores gobierno, empresarial, IES, instituciones privadas sin fines de lucro y organismos del

exterior. Para 2012, el GNCTI fue de 114,474.1 millones de pesos, cifra que representó 0.74% del PIB. De este monto, 58.3% se destinó al financiamiento de IDE, 20.6% a educación de posgrado, 19.1% a servicios científicos y tecnológicos (SCyT) y 2.0% a innovación. Los gobiernos federal y estatales contribuyeron con 56.0% del GNCTI, el sector empresarial con 38.5%, las IES con 3.3%, y el restante 2.2% correspondió a la inversión de las familias y del sector externo. En cuanto al gasto federal en este rubro (GFCyT), éste se compone por las erogaciones en CTI que realizan las dependencias y entidades del Gobierno Federal; incluye el gasto en IDE, el apoyo a la educación de posgrado, los SCyT, y la innovación. En 2012, el GFCyT ascendió a 62,671 millones de pesos, monto que representa el 0.40% del PIB y el 2.16% del Gasto Programable del Sector Público Presupuestario. Entre 1995 y 2012 el GFCyT tuvo una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 3.6%, en términos reales.

**Gráfica del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología 1994-2012**



Fuente: PECiTI 2014-2018, CONACYT.

En 2006, el Ramo 38-CONACYT y el 11-Educación Pública concentraron el 66.6% del GFCyT; para el 2012 mantuvieron en conjunto, prácticamente el mismo porcentaje, el 65.0%. En el periodo 2006-2012 el GFCyT tuvo un crecimiento en términos reales de 40.8%; mientras que el Ramo 38 y los sectores Energía y Salud tuvieron crecimientos reales superiores a 60%, los sectores Educación Pública y Economía tuvieron crecimientos reales más moderados pero superiores a 14%. Por su parte, el sector de Medio Ambiente presenció una disminución en términos reales de 3.5%.

## Capital Humano

La evidencia empírica muestra que el impulso a la generación, absorción y consolidación de capital humano altamente calificado para llevar a cabo funciones de investigación y la construcción de infraestructura moderna dedicada a este mismo fin, son elementos determinantes para impulsar el desarrollo de un sistema nacional de CTI equilibrado y con alto potencial para construir una economía del conocimiento. Para cumplir el propósito de generar más investigadores, se reconocen tres estrategias principales:

- Formación de capital humano altamente calificado
- Absorción de investigadores en el mercado laboral
- Fortalecimiento de las labores de investigación

Al final, el propósito principal consiste en consolidar el acervo de capital humano de alto nivel para desarrollar funciones de investigación. Dentro de esta parte del diagnóstico se presenta el estado de este componente del sistema de ciencia y tecnología.

La política pública diseñada para apoyar la formación de capital humano de alto nivel consiste principalmente de dos acciones: el otorgamiento de becas y el fortalecimiento de los programas de posgrado de las IES y CPI dentro del país. Respecto a la primera, para 2012 diversas dependencias de la APF otorgaron en total 60,014 becas para estudios de posgrado.

### *a) Resultados de la política de desarrollo de capital humano*

El desempeño global de las actividades científicas de un país, producto de su fuerza de investigación, se mide tanto cuantitativa como cualitativamente. La primera medición se efectúa con los artículos publicados en medios reconocidos por su calidad. La producción científica mexicana ha ido en aumento; en 2006 los artículos publicados por científicos mexicanos fueron 7,249 y para 2012 se estima en 10,181 cifra que representa un incremento de 40.4%. No obstante, el número sigue siendo muy bajo en comparación con la mayoría de los países miembros de la OCDE. En 2012 México contribuyó con el 0.79% de la producción mundial de conocimiento, menos de una tercera parte que Brasil.

## Artículos publicados por país 2012

País	2012 e/
Alemania	93,996
Canadá	56,454
Corea	45,977
Chile	5,487
China	154,860
E.U.A.	355,072
España	50,482
Francia	67,487
Italia	55,658
Japón	75,046
México	10,181
Reino Unido	96,692
Brasil	35,042
<b>Total mundial</b>	<b>1,286,036</b>

Fuente: Institute for Scientific Information. e/ Cifras estimadas, CONACYT.

El impacto de las publicaciones se mide con las citas que reciben los trabajos de investigación. Según el Institute for Scientific Information (ISI) durante el quinquenio 2008-2012 los artículos mexicanos recibieron 175,432 citas, un crecimiento de 5.8% respecto al periodo quinquenal inmediato anterior.

### Infraestructura en Ciencia y Tecnología

Después del capital humano, la capacidad más relevante para el desarrollo de la CTI la provee la infraestructura científica y tecnológica. El país cuenta con un SNCTI muy complejo, tal como se explica en el apartado I.1 de este diagnóstico. Además de la infraestructura que enlaza y comunica al sistema, cada una de estas instituciones y organismos aporta infraestructura que apoya las actividades del capital humano calificado para la investigación. Es una tarea pendiente conocer mejor el acervo y distribución de la infraestructura para la CTI del país como una de las piezas básicas del diseño de políticas públicas en la materia.

*a) Infraestructura científica y tecnológica de la Administración Pública Federal*

La Administración Pública Federal tiene 88 entidades y CPI sectorizados en 14 dependencias del Gobierno Federal. Los Ramos Administrativos con un mayor número de entidades coordinadas son el Ramo 12 Salud, con 28, el Ramo 38 CONACYT, con 26 Centros Públicos de Investigación (CPI) y un Fondo para el Desarrollo de los Recursos Humanos (FIDERH), y el Ramo 11 Educación Pública, con 11 entidades.

*b) Infraestructura científica y tecnológica en IES públicas*

Las 32 entidades federativas cuentan con 95 universidades públicas estatales con infraestructura científica y tecnológica, el sistema de investigación de la UNAM se integra por 71 centros de investigación, 49 en investigación científica y 22 para investigación en humanidades, distribuidos en 14 entidades federativas, 40 de estos se encuentran en el Distrito Federal. 19 centros de investigación distribuidos en 12 entidades federativas conforman la infraestructura de investigación del IPN, en el D.F. tiene siete. El CINVESTAV cuenta con nueve centros de investigación en ocho entidades federativas.

Los beneficios y efectos potenciales de un parque tecnológico son:

- Generar oportunidades de negocio a partir de la creación y aplicación de conocimiento y tecnología.
- Fomentar la actividad empresarial por medio de la incubación de empresas.
- Generar empleos intensivos en el uso, adquisición y generación de conocimiento.
- Promover la transferencia y comercialización de tecnología.
- Ampliar la participación del sector privado en la inversión de capital semilla.
- Mejorar los esquemas de vinculación entre universidades y empresas.

**Desarrollo regional; impulso a las vocaciones y capacidades locales**

El desarrollo nacional sólo es posible a través de la integración equilibrada de cada una de sus regiones, por lo que es fundamental promover los elementos necesarios para fortalecer a cada una de las entidades federativas de acuerdo con sus capacidades, vocaciones y necesidades mediante un sistema sólido y coordinado de educación superior, ciencia, tecnología e innovación. Para impulsar el desarrollo de las regiones aprovechando el potencial de cada una, es necesario diseñar políticas públicas de CTI diferenciadas, es decir, que tomen en cuenta la heterogeneidad

existente.

*c) Inversión en CTI en las entidades federativas*

Con el propósito de superar los desequilibrios regionales, resulta necesario racionalizar los recursos entregados a las entidades. En 2012, sólo el 1.2% de la inversión en CTI fue financiada por los gobiernos de las entidades federativas, por lo que es evidente que la inversión pública estatal en CTI depende principalmente del Gobierno Federal a través de sus principales programas y fondos. Durante el ejercicio fiscal 2012, el CONACYT otorgó apoyos a las entidades federativas por un monto de 9,984 millones de pesos. Adicionalmente, durante ese mismo ejercicio, el sistema CPI-CONACYT ejerció en los estados 3,897 millones de pesos.

*d) Mecanismos de apoyo a las entidades*

La descentralización de las actividades de CTI ha contado con avances importantes. Tal es el caso de la distribución de los científicos y tecnólogos del SNI: de los 12,096 miembros del Sistema en 2006, el 55.6% laboraba en instituciones del interior de la República, mientras que para 2012 el porcentaje subió a 60.3%. Otro ejemplo se evidencia para los posgrados pertenecientes al PNP: en 2006 de los 680 programas de posgrado, 69.6% se ubicaba en las IES de los estados y para 2012 la cifra aumentó pues de 1,583 programas registrados, 78.8% estaban ubicados en IES estatales.

### **Desarrollo Tecnológico, innovación y vinculación**

Los rezagos del país en términos de competitividad e innovación (posición 55 de acuerdo con el Índice Global de Competitividad del Foro Económico Mundial y bajos niveles en actividades de IDE e innovación de acuerdo con la ESIDET 2012) invitan a redoblar esfuerzos, para incrementar de manera significativa el número de empresas innovadoras de base tecnológica lo que aumentará, en consecuencia, la inversión privada en IDE. En esta etapa de desarrollo se requiere alcanzar una masa crítica de empresas con perfil innovador, para lo cual es necesaria una política pública que considere a los distintos tipos y tamaños de empresas y la creación de redes empresariales. Asimismo, es necesario considerar las diversas fases de la innovación, pruebas de concepto, investigación aplicada, desarrollo tecnológico, y la vinculación entre los generadores de conocimiento y los agentes que facilitan dicha vinculación

Los procesos de innovación y vinculación se pueden medir conforme el país genere una cultura de desarrollo y aprovechamiento de tecnología propia. Es así que los indicadores que otorgan luz sobre esta situación son, por un lado la balanza comercial de bienes de alta tecnología y por el otro, el número de solicitudes de patentes en nuestro país se cuenta con instrumentos de política para incentivar tanto los desarrollos emprendedores como la inversión en IDE y la vinculación entre los sectores privado y académico. Un ejemplo es el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT), operado por el CONACYT y la Secretaría de Economía que apoya la mejora de productos, procesos y servicios; la creación y consolidación de grupos de investigación asociados a la industria, y la validación pre-comercial del contenido científico-tecnológico de proyectos en el segmento de PYMES

### **Apropiación social del conocimiento.**

Actualmente, la tendencia mundial es abrir todo aquel conocimiento que ha sido financiado parcial o totalmente mediante recursos públicos. El Acceso Abierto promueve el acceso libre y gratuito a la literatura científica, fomentando su libre disponibilidad en Internet y permitiendo a cualquier usuario su lectura, descarga, copia, impresión, distribución o cualquier otro uso legal de la misma, sin ninguna barrera financiera, técnica o de cualquier tipo. Nuestro país cuenta con el Índice de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología, administrado por el CONACYT, que proporciona un acervo de más de cien revistas cuyo acceso electrónico está abierto a todo público. Adicionalmente, se ha configurado el Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT), a través del cual se fortalecen las capacidades de las IES y centros de investigación para este fin y también se promueve el uso de la información científica mediante la adquisición de revistas electrónicas y bases de datos.

#### *a) El estado de la apropiación social de la ciencia y el conocimiento en México*

El efecto de las estrategias de divulgación y acceso a la ciencia y al conocimiento incide en la apropiación social del conocimiento científico y tecnológico. Un indicador para medirla en México lo proporciona la Encuesta sobre La Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología, ENPECYT 2011, que da como resultado, en el pilar Cultura Científica, un promedio de 53.3, en una escala 0-100. Los resultados de la encuesta para este indicador permiten categorizar al público en tres niveles: 7.7% del total de las personas se sitúan como bien informados, 31.0% como moderadamente informados, y 61.4% como escasamente informados.



## **Cooperación Internacional en CI**

La cooperación internacional fomenta el intercambio de conocimientos, recursos y experiencias para ampliar y profundizar la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la formación de recursos humanos y la innovación, aprovechando las capacidades y potencialidades tanto propias como de otros países a fin de lograr los más altos niveles posibles de desarrollo humano y el tránsito del país hacia una economía basada en el conocimiento.

Derivado de un mapeo se identificó y seleccionó a las regiones y países que presentan oportunidades de cooperación internacional en CTI para México. Los países que se consideraron como estratégicos son Estados Unidos y Canadá, en América del Norte; Argentina, Brasil, Chile y Colombia, en América del Sur; Alemania, España, Francia y el Reino Unido, en Europa; y China, Corea del Sur, India, Israel y Japón, en Asia. Los criterios de selección responden tanto a la calidad de la investigación que se lleva a cabo en ellos (publicaciones y patentes) como a cuestiones estratégicas en términos geográficos y económicos.

Hasta el momento los esfuerzos que se han llevado a cabo en materia de cooperación internacional han sido de naturaleza dispersa. Por ello, se considera que al identificar a los socios estratégicos, los recursos destinados para ese fin serán aplicados de manera más eficaz y eficiente, con lo que se busca alcanzar el máximo potencial en los intercambios de conocimiento.

### **Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM).**

A través del esfuerzo de varias décadas, México ha logrado una fortaleza importante en investigación biotecnológica. Aún se requiere robustecer infraestructura y recursos humanos especializados para desarrollar aplicaciones biotecnológicas, en conjunto con otras tecnologías, para atender necesidades de la salud humana, sanidad animal y vegetal, conservación de la biodiversidad, disponibilidad de alimentos y recursos energéticos, y las derivadas del cambio climático.

La biotecnología en México es un área que incide en amplios sectores, genera un alto índice de producción científica y tiene gran potencial de innovación. En 2010 el SNI contaba con 2,200 investigadores en Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, 167 (7.5%) desarrollaban actividades de investigación con OGM, de las cuales 35.9% eran

en agricultura y 16.1% en biorremediación. Previo a la entrada en vigor de la LBOGM, los centros públicos de investigación en el periodo 1988-2005, participaron con más del 40% del total de solicitudes de permisos para liberación experimental al ambiente de OGM. De 2005 a 2012, con la introducción del proceso regulatorio, la participación del sector público disminuyó a 7.2%, lo que ha limitado el desarrollo de la biotecnología moderna, pese a que el país cuenta con recursos humanos especializados y capacidades en el ámbito. Se requiere de incentivos y apoyos para lograr que la investigación nacional con OGM transite adecuadamente por la normativa vigente y se refleje en aplicaciones nacionales, seguras y útiles para el desarrollo del país. Esto puede ayudar a evitar que se generen monopolios en la comercialización de semillas mejoradas y particularmente las transgénicas

### **3.3.2 Alineación a las Metas Nacionales**

El segundo capítulo describe la alineación de los objetivos del sector planteados en el Programa con los del PND. Con el propósito de orientar las acciones de los próximos años hacia un horizonte de largo plazo, la LCyT establece que el PECiTI debe contener la visión del sistema de CTI a veinticinco años, por lo que en este capítulo se incluyen la visión de lo que será la situación del sistema al término de la presente administración federal, las etapas para lograrlo y la visión de futuro a largo plazo.

Establece la Misión y Visión del Plan con sus respectivas etapas.

**Visión al 2038:** México es un actor global y destacado de la economía del conocimiento, que ha alcanzado niveles sustentables de competitividad y productividad.

**Visión al 2018:** El cumplimiento del PND, a través de la suma de los esfuerzos de todos los actores del SNCTI sentó las bases para la generación de capacidades que lo han llevado a transitar a la economía del conocimiento.

#### **Misión (2014-2018)**

Hacer del conocimiento y la innovación una palanca fundamental para el crecimiento económico sustentable de México, que favorezca el desarrollo humano, posibilite una mayor justicia social, consolide la democracia y la paz, y fortalezca la soberanía nacional. Para lograr la visión a mediano y largo plazos, México requiere pasar por cuatro etapas, cuyo avance se medirá con el indicador que se utiliza

internacionalmente: el GIDE como porcentaje del PIB. Hacer que la CTI se centre en la solución de los problemas del presente, y sobre todo del futuro de México, será un proceso acumulativo y gradual.

### **Meta del indicador GIDE/PIB a lo largo del proceso de desarrollo**

- **Etapa 1 Fortalecimiento y coordinación de las capacidades de CTI.** Fomentar y consolidar las capacidades de CTI, transformar el entorno institucional y consolidar un segmento significativo de empresas innovadoras (2013-2018).
- **Etapa 2 Despegue.** Potenciar las capacidades de CTI orientadas hacia los sectores estratégicos y las necesidades sociales, y acelerar la innovación (2019-2024)
- **Etapa 3 Consolidación competitiva.** Afianzar el financiamiento del sector empresarial (2025-2030)
- **Etapa 4 Madurez.** El sector empresarial realiza el mayor financiamiento en IDE (2031-2038)

### **Prioridades del sector Ciencia, Tecnología e Innovación**

No cabe duda de que el país cuenta con las herramientas y la voluntad para construir las capacidades en términos de recursos humanos, científicos y técnicos que le permitirán agregar valor al desarrollo del sector de CTI. Como se pudo apreciar en el diagnóstico, México ha tenido avances importantes pero de limitado impacto. Pero para que los esfuerzos del sector tengan los efectos esperados en términos de desarrollo económico y progreso social, es necesario, tanto un compromiso sostenido para aumentar la inversión pública y privada en investigación y desarrollo e innovación, como una definición clara de instrumentos coherentes, relacionados entre sí, que atiendan las diferencias tradicionales en una realidad heterogénea y que permitan cubrir necesidades como las siguientes:

- Articular a un conjunto de actores muy diversos y débilmente coordinados entre sí que forman el SNCTI: el sector público en sus tres órdenes, el sector académico y de investigación, y el conjunto de empresas con actividades de CTI.
- Hacer crecer el GIDE a una tasa suficientemente alta para alcanzar en los próximos años la meta del 1% en el indicador GIDE/PIB con la participación de todos los sectores del SNCTI. Además de las aportaciones públicas, es necesario

alentar la contribución del sector privado al GIDE.

- Continuar con el impulso a la formación de los recursos humanos de alto nivel para la investigación, particularmente en temas prioritarios del sector y en aquellas oportunidades estratégicas que se le presenten, sin omitir las posibilidades de incorporación laboral del capital humano formado.
- Continuar otorgando apoyos a la generación de conocimiento científico y tecnológico de muy alta calidad con especial énfasis en aquél que abre nuevos espacios para el progreso social.
- Consolidar las instituciones existentes dedicadas a la ciencia y la tecnología e incrementar su número para atender las necesidades actuales de generación y aplicación del conocimiento y las que provengan del surgimiento de temas emergentes, al mismo tiempo aprovechar las oportunidades brindadas por el capital humano generado.
- Fortalecer la infraestructura para la investigación con una visión que tome en cuenta que la ciencia moderna requiere espacios y esquemas colaborativos y de gran conectividad digital, nacional e internacional, para la producción, resguardo, transmisión, y análisis de grandes volúmenes de información.
- Diseñar e implementar políticas públicas de CTI que respondan a la heterogeneidad regional existente para fortalecer a cada una de las entidades federativas de acuerdo con sus capacidades, vocaciones y necesidades. Es de suma importancia romper el círculo desfavorable de sistemas locales de CTI con poca capacidad para atraer recursos económicos, lo que deriva en niveles de inversión que impiden incrementar las capacidades científico tecnológicas y de innovación. Aunque hay una tendencia clara hacia la descentralización, los apoyos actuales son todavía modestos para un problema de dimensión nacional.
- Detonar el funcionamiento de un sistema nacional para el emprendimiento innovador de base tecnológica al promover: la circulación y apropiación de conocimientos; el debido respeto a la propiedad intelectual; los apoyos a los emprendedores para mejorar sus conocimientos empresariales; los incentivos para la transferencia de conocimientos entre los centros dedicados a su generación y las empresas; y el financiamiento diferenciado para las empresas de nueva creación.

- Se requiere incrementar el número de empresas con perfil innovador, aspecto que implica considerar incentivos diferenciados acordes con los distintos tipos y tamaños de empresas y las diversas fases de innovación.
- Fomentar las aplicaciones de la biotecnología para atender responsablemente las amenazas a la salud humana y animal, a la biodiversidad, a la disponibilidad de alimentos y de recursos energéticos, y a las provenientes del cambio climático. Se requieren incentivos y apoyos para lograr que las aplicaciones con organismos genéticamente modificados transiten adecuadamente por el entramado regulatorio.
- Utilizar la cooperación internacional para potenciar las capacidades nacionales de investigación científica, desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos, transferencia de conocimiento y de innovación, a través de la focalización de los esfuerzos en países y regiones que otorguen valor agregado a las prioridades nacionales.
- Promover la apropiación social del conocimiento mediante la vinculación entre los agentes que lo generan y los que lo difunden y aplican, es decir, entre el sector educativo en general, las IES y centros de investigación, y las empresas. Es necesario que la sociedad conozca las aportaciones de sus científicos y tecnólogos mediante su difusión y divulgación.

De manera transversal, a través de los instrumentos existentes, se dará especial atención a los siguientes temas

### **3.3.3 Objetivos, estrategias y líneas de acción**

El tercer capítulo está dedicado a la exposición detallada de los seis objetivos del PECiTI y a las estrategias y líneas de acción concretas para lograrlos. Los cinco primeros corresponden a las líneas de política del PND en la materia, el sexto concierne al Programa para el Desarrollo de la Bioseguridad y la Biotecnología (PDBB)<sup>1</sup>, según el Artículo 29 de la LBOGM. En ese mismo capítulo se incorporan en el PECiTI las tres estrategias transversales del PND: Democratización de la Productividad, Gobierno Cercano y Moderno, y Perspectiva de Género.

En las siguientes tablas se desglosan los objetivos, con sus respectivas estrategias y a su vez, las líneas de acción.

Objetivo 1. Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance el 1% del PIB	
Estrategia	Líneas de Acción
1.1 Incrementar la inversión en CTI de forma sostenida	1.1.1 Incrementar el gasto federal anual para IDE 1.1.2 Generar nuevos estímulos y fortalecer los existentes para fomentar el financiamiento de las empresas a la IDE 1.1.3 Generar nuevos estímulos y fortalecer los existentes para incrementar el gasto de CTI en las entidades federativas considerando sus asimetrías. 1.1.4 Incrementar el gasto en actividades de CTI de las IES públicas y los CPI 1.1.5 Fomentar el aprovechamiento de las fuentes de nacimiento internacionales para CTI
1.2 Articular los esfuerzos que realizan los sectores público, privado y social en la inversión en CTI	1.2.1 Financiar proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación con recursos de los sectores público, privado y social 1.2.2 Promover la creación de consorcios público-privados para desarrollar proyectos de CTI a nivel sectorial y regional 1.2.3 Armonizar transversalmente las demandas de los fondos sectoriales hacia la solución de problemas nacionales

Fuente: Elaboración propia con datos del PeCiTI 2014-2018, México.

Objetivo 2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel	
Estrategia	Líneas de Acción
2.1 Consolidar la masa crítica de investigaciones para generar investigación científica y desarrollo tecnológico de alto nivel	<p>2.1.1 Incrementar el número de científicos y tecnológicos del Sistema de Nacional de Investigadores en prioridades del sector CTI</p> <p>2.1.2 Promover y fortalecer grupos de investigación inter y multidisciplinarios en prioridades del sector y áreas emergentes.</p> <p>2.1.3 Promover la participación de científicos y tecnólogos mexicanos en la comunidad global del conocimiento.</p> <p>2.1.4 Crear redes de investigación en prioridades del sector CTI que incluyan a científicos y tecnólogos radicados en el extranjero</p> <p>2.1.5 Facilitar la movilidad de estudiantes de posgrado, investigadores y profesionistas entre la academia, el sector productivo y el gobierno.</p>
2.2 Articular los esfuerzos que realizan los sectores público, privado y social en la inversión en CTI	<p>2.2.1 Alinear la formación de recursos humanos de posgrado a las prioridades del sector a nivel nacional, regional y estatal</p> <p>2.2.2 Incrementar el número de becas de posgrado otorgados por el Gobierno Federal</p> <p>2.2.3 Incrementar las becas de posgrado orientadas a las necesidades de desarrollo de los estados de acuerdo con sus vocaciones</p> <p>2.2.4 Incrementar los apoyos para estancias postdoctorales, y la</p>
2.3 Fomentar la calidad y pertinencia de la formación impartida por los programas de posgrado.	<p>2.3.1 Fortalecer los programas de posgrado de calidad acreditados por el CONACYT</p> <p>2.3.2 Fomentar la proyección internacional de los programas de posgrado de calidad acreditados en el PNPC.</p> <p>2.3.3 Fomentar programas de posgrado en las áreas de ingeniería y tecnología con la participación del sector empresarial.</p>
2.4 Ampliar la cooperación internacional para la formación de recursos humanos de alto nivel en temas relevantes para el país.	<p>2.4.1 Formar recursos humanos de alto nivel extranjero, poniendo énfasis en prioridades del sector y áreas emergentes</p> <p>2.4.2 Fomentar la movilidad internacional de investigadores y estudiantes de posgrado</p> <p>2.4.3 Incentivar la participación de investigaciones y profesionistas en foros y comités de organismos internacionales de CTI</p>

Fuente: Elaboración propia con datos del PeCiTI 2014-2018, México.

Objetivo 3 Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades de CTI locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente	
Estrategia	Líneas de Acción
3.1 Fomentar la creación y fortalecimiento de sistemas estatales y regionales de CTI aprovechando las capacidades existentes.	3.1.1 Fortalecer las capacidades de CTI en las entidades federativas de acuerdo con sus vocaciones y sectores estratégicos. 3.1.2 Orientar las demandas de los FOMIX y el FORDECYT hacia la solución de problemas locales y regionales. 3.1.3 Promover la incorporación de científicos y tecnólogos de alto nivel en instituciones de los estados. 3.1.4 Apoyar a las PYMES innovadoras enfocadas a nichos de oportunidad de las regiones 3.1.5 Fomentar alianzas público-privadas para el desarrollo de capacidades tecnológicas.

Fuente: Elaboración propia con datos del PeCiTI 2014-2018, México.

Objetivo 4. Contribuir a la generación, transferencia y aprovechamiento del conocimiento vinculado a las IES y los centros de investigación con empresas.	
Estrategia	Líneas de Acción
4.1 Promover la vinculación entre las IES y CPI con los sectores público, privado y social.	4.1.1 Diseñar mecanismos que faciliten la vinculación de las IES y CPI con las empresas. 4.1.2 Promover la creación y fortalecimiento de Unidades de Vinculación y Transferencia de Conocimiento (UVTC) 4.1.3 Promover incentivos para la creación de empresas de base tecnológica.
4.2 Impulsar e incentivar el registro de la propiedad intelectual en las IES, CPI y empresas.	4.2.1 Fortalecer las actividades de las UVTC relacionadas con los instrumentos de protección de propiedad intelectual 4.2.2 Promover una cultura de la propiedad intelectual desde la educación superior. 4.2.3 Contribuir al financiamiento de la protección intelectual del conocimiento generado.

Fuente: Elaboración propia con datos del PeCiTI 2014-2018, México.



Objetivo 5. Fortalecer la infraestructura científica y tecnológica del país.	
Estrategia	Líneas de Acción
5.1 Apoyar el incremento, fortalecimiento y utilización eficiente de la infraestructura de CTI del país.	5.1.1 Incrementar y mantener la infraestructura de las instituciones y centros de investigación del país. 5.1.2 Construir u sistema nacional de información de infraestructura científica y tecnológica. 5.1.3 Apoyar el equipamiento de los laboratorios de investigación del país en las prioridades del sector de CTI 5.1.4 Promover la certificación de laboratorios con estándares internacionales de medición. 5.1.5 Coadyuvar a la implementación de políticas públicas que faciliten la importación de equipo y materiales utilizados en la investigación.
5.2 Fortalecer las capacidades físicas y virtuales para la apropiación social del conocimiento.	5.2.1 Crear programas y espacios públicos virtuales para la aprobación social de la ciencia, la tecnología y la innovación 5.2.2 Establecer mecanismos para que la sociedad tenga acceso abierto al conocimiento generado con financiamiento público 5.2.3 Impulsar programas masivos de acceso público para fomentar la cultura científica y tecnológica de la sociedad.
5.3 Promover el acceso abierto a información científica, tecnológica y de innovación.	5.3.1 Promover que las IES y CPI generen repositorios estandarizados de acceso abierto. 5.3.2 Crear infraestructura para la conectividad de los repositorios de información científica y tecnológica.

Fuente: Elaboración propia con datos del PeCiTI 2014-2018, México.

Objetivo 6 Fortalecer las capacidades de CTI en biotecnología para resolver necesidades del país de acuerdo con el marco normativo en bioseguridad.	
Estrategia	Líneas de Acción
6.1 Fortalecer la investigación en bioseguridad de los desarrollos biotecnológicos, que sustente científicamente la toma de decisiones en la materia	<p>6.1.1 Fomentar investigación para establecer científicamente la adopción de medidas de seguridad señaladas en la LBOGM</p> <p>6.1.2 Apoyar investigaciones sobre posibles efectos de OMG en: medio ambiente, diversidad biológica, salud humana, sanidad animal, vegetal y agrícola.</p> <p>6.1.3 Generar conocimiento sobre los efectos socioeconómicos del uso del OGM</p>
6.2 Fomentar aplicaciones innovadoras de la biotecnología moderna, orientadas hacia la atención de las necesidades del país	<p>6.2.1 Promover aplicaciones biotecnológicas innovadoras para la atención de problemas sanitarios emergentes humanos, animales y vegetales.</p> <p>6.2.2 Promover desarrollos biotecnológicos que contribuyan a la producción de alimentos de calidad y con valor agregado.</p> <p>6.2.3 Promover desarrollos biotecnológicos que beneficien al medio rural y al sector productivo de manera sustentable.</p> <p>6.2.4 Desarrollar aplicaciones biotecnológicas para la conservación del medio ambiente y el aprovechamiento de la biodiversidad.</p> <p>6.2.5 Promover desarrollos biotecnológicos para procesos industriales que impulsen la competitividad y generen productos de alto valor agregado.</p>
6.3 Favorecer el intercambio, cooperación internacional y vinculación de especialistas en bioseguridad y biotecnología.	<p>6.3.1 Facilitar el intercambio internacional de información y experiencias científicas y teóricas en bioseguridad y biotecnología</p> <p>6.3.2 Coordinar la cooperación e intercambio de la información con instituciones internacionales.</p> <p>6.3.3 Promover iniciativas de fortalecimiento de capacidades regionales en bioseguridad.</p>
6.4 Promover la comunicación, difusión y apropiación social del conocimiento en bioseguridad y biotecnología.	<p>6.4.1 Impulsar programas y acciones para el fortalecimiento de la cultura en bioseguridad</p> <p>6.4.2 Fomentar la comunicación continua de información en bioseguridad y biotecnología hacia la sociedad.</p>

Fuente: Elaboración propia con datos del PeCiTI 2014-2018, México.

### 3.3.4 Indicadores

El cuarto capítulo está dedicado a establecer los indicadores y metas que permitirán evaluar los avances en el logro de los objetivos planteados.

Al final del documento se provee la ubicación del portal del Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SIICYT) para dar a conocer a la sociedad este Programa y hacer posible su seguimiento.

#### a) Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental (GIDE) como porcentaje del PIB.

Es el porcentaje que representa el Gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico respecto al PIB a precios de mercado en un año dado.

Este indicador permitirá dar seguimiento al monto de recursos monetarios públicos y privados que se destinan a actividades de IDE mediante el porcentaje que representan del PIB. Es una medida de la inversión en investigación y desarrollo tecnológico que el país lleva a cabo para apoyar el desarrollo nacional. Se reconoce como uno de los principales indicadores del sector Ciencia, Tecnología e Innovación para el diseño, seguimiento y evaluación de políticas públicas y la comparación internacional.

Indicador. Gasto de Investigación y Desarrollo Tecnológico como porcentaje del PIB

$$GP_t = \frac{GIDE_t}{PIB_t} \cdot 100$$

Significado de las siglas o abreviaturas:

**GP<sub>t</sub>** GIDE como porcentaje del PIB en el año t

**GIDE<sub>t</sub>** Gasto en Investigación y Desarrollo tecnológico en el año t

**PIB<sub>t</sub>** Producto Interno Bruto a precios de mercado en el año t

**t** Año de referencia de las cifras en cuestión.

Línea Base 2013	Meta 2018
0.45%	1.00%

Fuente: El dato del GIDE se obtiene: CONACYT-INEGI, Encuesta sobre Investigación y Desarrollo, y SHCP, Cuenta de la Hacienda Pública Federal.

El PIB se obtiene: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.

**b) Participación del sector empresarial en el financiamiento al Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental (GIDE).**

Es una medida de la inversión en investigación y desarrollo tecnológico que el sector productivo lleva a cabo para apoyar el desarrollo nacional. Forma parte de los principales indicadores del sector Ciencia, Tecnología e Innovación para el diseño, seguimiento y evaluación de políticas públicas en apoyo al sector y la comparación internacional.

Algoritmo del cálculo del indicador:

Participación del sector empresarial en el financiamiento al Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental (GIDE).

$$GPP_t = \frac{GIDEFSP_t}{GIDE_t} * 100$$

Significado de las siglas o abreviaturas:

**GPP<sub>t</sub>** GIDE financiado por el sector privado como porcentaje del GIDE total en el año t  
**GIDEFSP<sub>t</sub>** GIDE financiado por el sector privado en el año t  
**GUIDE<sub>t</sub>** GIDE total en el año t  
**t** Año de referencia de las cifras en cuestión.

Línea Base 2013	Meta 2018
35.80%	40.00%

Fuente: El dato del GIDE total y empresarial se obtienen de: CONACYT-INEGI, Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico.

**c) Investigadores por cada 1,000 personas de la PEA ocupada**

Medir el número de personas dedicadas a la investigación y desarrollo tecnológico, en relación con la población económicamente activa ocupada. Es el número de personas involucradas directamente en la consecución de proyectos formales de investigación y desarrollo tecnológico que laboran en el sector productivo, gobierno, educación superior e instituciones privadas sin fines de lucro en relación con la PEA ocupada.

Investigadores por cada 1,000 personas de la PEA ocupada

$$IPEA_t = \frac{NI_t}{PEA_t} \cdot 1,000$$

Significado de las siglas o abreviaturas:

**IPNEA<sub>t</sub>** Investigadores por cada 1,000 personas de la PEA Ocupada en el año t  
**NI<sub>t</sub>** gobierno, educación superior e instituciones privadas sin fines de lucro en el año t  
**PEA<sub>t</sub>** Población Económicamente Activa ocupada en el año t  
**t** Año de referencia de las cifras en cuestión.

Línea Base 2013	Meta 2018
0.94	1.2

Fuente: El dato de la PEA se obtiene de: CONAPO, Proyecciones de la población económicamente activa de México y las entidades federativas, 2005-2050. El dato de número de investigadores se obtiene de: CONACYT-INEGI, Encuesta sobre Investigación y Desarrollo.

**d) Artículos científicos publicados por cada millón de habitantes.**

Número de artículos elaborados por científicos adscritos a instituciones y unidades económicas mexicanas publicadas en revistas indexadas a nivel mundial por cada millón de habitantes de la República Mexicana. Esta medida busca ser una herramienta útil en la toma de decisiones en el apoyo y seguimiento en la generación y difusión del nuevo conocimiento científico y tecnológico desarrollado en el país en todos los campos de la ciencia y el conocimiento, para impulsar el bienestar de la población, el desarrollo económico sustentable y la competitividad del país.

**Artículos científicos publicados por cada millón de habitantes.**

Significado de las siglas o abreviaturas:

$$AMH_t = \frac{AC_t}{H_t} * 1'000,000$$

- AMH<sub>t</sub>** Artículos científicos publicados por cada millón de habitantes adscritos a instituciones y unidades económicas mexicanas en revistas indexadas en el año t
- AC<sub>t</sub>**
- H<sub>t</sub>** Número de habitantes en el país en el año t
- t** Año de referencia de las cifras en cuestión.

Línea Base 2013	Meta 2018
94.4	115

Fuente: El dato de artículos científicos publicados se obtiene de: Thomson Reuters Scientific Inc. ISI. El dato de número de habitantes se obtiene de: CONAPO, Indicadores Demográficos Básicos 1990 - 2010. Población a mitad de año; y, CONAPO, Proyecciones de la población. Nacional, 2010-2050. Población a mitad de año.

**e) Porcentaje de graduados de doctorado en ciencias e ingeniería respecto al total de graduados de doctorado.**

Es el porcentaje que representan los graduados de doctorado en ciencias e ingeniería con relación al total de graduados de doctorado.

El indicador busca reflejar la participación de los doctores de Ciencia e ingeniería en el total de graduados de doctorado, se busca mejorar la composición de doctores por campo de la ciencia. Los graduados de doctorado, provienen de las instituciones de educación superior del país, tanto públicas como privadas, que cuentan con programas de ese nivel de estudios

Porcentaje de graduados de doctorado en ciencias e ingeniería respecto al total de graduados de doctorado.

$$PDCI_t = \frac{DCI_t}{DT_t} * 100$$

Significado de las siglas o abreviaturas:

**PDCI<sub>t</sub>** ingeniería respecto al total de graduados de doctorado en el año t

**DCI<sub>t</sub>** Graduados de doctorado en ciencias e ingeniería en el año t

**DT<sub>t</sub>** Graduados totales de doctorado en el año t

**t** Año de referencia de las cifras en cuestión.

Línea Base 2013	Meta 2018
53.6%	56.0%

Fuente: El dato de total de graduados de doctorado y el dato de graduados de doctorado en ciencias e ingeniería se obtienen de: CONACYT; Encuesta de Graduados de Doctorado.

#### f) Índice de capacidades científicas y de innovación

Este indicador ayuda a medir las capacidades con las que cuentan las entidades en términos de capital humano, desarrollo científico e innovación de cada una de las 32 entidades federativas, que les permitan desempeñarse de mejor manera en términos de ciencia, tecnología e innovación.

#### Índice de capacidades científicas y de innovación

$$ICCI = ICCH_{X1} + ICDC_{X1} + ICI_{X1}$$

$$ICCI = ICCH_{X2} + ICDC_{X2} + ICI_{X2}$$

\*\*\*

$$ICCI = ICCH_{X32} + ICDC_{X32} + ICI_{X32}$$

Significado de las siglas o abreviaturas:

**ICCI:** Índice de capacidades científicas y de innovación de la entidad X calculado por CONACYT

**ICCHx** Subíndice de capacidades en el capital humano de la entidad X

**ICDCx** Subíndice de capacidades en desarrollo científico.

**ICIx** Subíndice de capacidades en innovación.

<b>Índice de capacidades científicas y de innovación</b>			
<b>Línea Base 2013</b>		<b>Meta 2018</b>	
Distrito Federal	<b>89</b>	Distrito Federal	<b>90</b>
Estado de México	<b>38</b>	Estado de México	<b>53</b>
Nuevo León	<b>36</b>	Nuevo León	<b>51</b>
Jalisco	<b>34</b>	Jalisco	<b>49</b>
Guanajuato	<b>26</b>	Guanajuato	<b>41</b>
Puebla	<b>23</b>	Puebla	<b>38</b>
Querétaro	<b>22</b>	Querétaro	<b>37</b>
Coahuila	<b>22</b>	Coahuila	<b>37</b>
Veracruz	<b>21</b>	Veracruz	<b>36</b>
Baja California	<b>20</b>	Baja California	<b>35</b>
Tamaulipas	<b>19</b>	Tamaulipas	<b>34</b>
Sonora	<b>17</b>	Sonora	<b>32</b>
Morelos	<b>17</b>	Morelos	<b>32</b>
Chihuahua	<b>16</b>	Chihuahua	<b>31</b>
Hidalgo	<b>15</b>	Hidalgo	<b>30</b>
Michoacán	<b>15</b>	Michoacán	<b>30</b>
Yucatán	<b>14</b>	Yucatán	<b>23</b>
San Luis Potosí	<b>14</b>	San Luis Potosí	<b>22</b>
Oaxaca	<b>12</b>	Oaxaca	<b>21</b>
Tabasco	<b>11</b>	Tabasco	<b>20</b>
Aguascalientes	<b>10</b>	Aguascalientes	<b>19</b>
Sinaloa	<b>10</b>	Sinaloa	<b>19</b>
Chiapas	<b>9</b>	Chiapas	<b>17</b>
Baja California Sur	<b>8</b>	Baja California Sur	<b>17</b>
Durango	<b>8</b>	Durango	<b>16</b>
Zacatecas	<b>7</b>	Zacatecas	<b>15</b>
Colima	<b>7</b>	Colima	<b>15</b>
Nayarit	<b>6</b>	Nayarit	<b>15</b>
Tlaxcala	<b>6</b>	Tlaxcala	<b>14</b>
Quintana Roo	<b>6</b>	Quintana Roo	<b>14</b>
Campeche	<b>5</b>	Campeche	<b>14</b>
Guerrero	<b>4</b>	Guerrero	<b>12</b>

Fuente: Los datos que componen el índice se pueden consultar en INEGI, IMPI, la SEP, el FCCyT, el SIICYT y en las bases de datos que maneja CONACYT: Proyectos

–Programa de Estímulos a la Innovación, Ciencia Básica, Centros Públicos de Investigación, Programa Nacional de Posgrados de Calidad, Sistema Nacional de Investigadores.

#### **g) Brecha en el índice de capacidades científicas y de innovación de las entidades federativas**

Este indicador permitirá observar el comportamiento de la brecha existente en términos de capacidades de CTI entre las 32 entidades federativas. Mientras menor sea el coeficiente de variación, la brecha entre las entidades será menor, pues implicaría que la media del índice de capacidades aumenta y la dispersión (desviación estándar) de los datos es menor.

#### Brecha en el índice de capacidades científicas y de innovación de las entidades federativas

Algoritmo de cálculo del indicador:

Donde:

$$CV = \sigma / \mu$$

$\sigma$ : Desviación estándar del índice de capacidades científicas y de innovación de las entidades calculado por CONACYT

$\mu$ : Media aritmética del índice de capacidades científicas y de innovación de las 32 entidades

Línea Base 2013	Meta 2018
0.89	0.56

Fuente: Los datos que componen el índice se pueden consultar en INEGI, IMPI, la SEP, el FCCyT, el SIICYT y en las bases de datos que maneja CONACYT: Proyectos –Programa de Estímulos a la Innovación, Ciencia Básica, Centros Públicos de Investigación, Programa Nacional de Posgrados de Calidad, Sistema Nacional de Investigadores.

#### **h) Porcentaje de empresas que realizaron proyectos de innovación en colaboración con IES y CPI.**

La vinculación de las IES y Centros Públicos de Investigación con las empresas para realizar proyectos de innovación permite medir la transferencia de conocimiento CTI generado por las instituciones a las empresas para su aprovechamiento. El indicador permite observar la incorporación de la innovación tecnológica en el aparato productivo en conjunción con las IES y Centros Públicos con la cual se agrega valor a los productos y servicios, se impulsa la productividad y se mejora la competitividad



del país.

**Porcentaje de empresas que realizaron proyectos de innovación en colaboración con IES y CPI**

$$PEPIC_t = \frac{EPIC_t}{TEPI_t} * 100$$

Significado de las siglas o abreviaturas:

**PEPIC<sub>t</sub>** Porcentaje de empresas que realizaron proyectos de innovación en colaboración con IES y CPI en el año t

**EPIC<sub>t</sub>** Empresas que realizaron proyectos de innovación en colaboración con IES y CPI en el año t

**TEPI<sub>t</sub>** Total de empresas que realizaron proyectos de innovación en el año t

t Año de referencia de las cifras en cuestión.

Línea base 2013	Meta 2018
21.40%	25.00%

Fuente: El dato de empresas que realizaron proyectos de innovación y el dato total de empresas que declararon haber realizado al menos un proyecto de innovación en colaboración con la IES y/o Centros Públicos de Investigación se obtiene de la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) realizada bianualmente por el CONACYT-INEGI. Se dará seguimiento a este indicador en un apartado del Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología en México, publicado anualmente por el CONACYT.

**i) Porcentaje de empresas que realizaron innovación tecnológica respecto al total de empresas**

La realización de proyectos de innovación permite medir la generación y el aprovechamiento del conocimiento CTI. Así, conforme crezca la proporción de empresas innovadoras, mayor será la generación y aprovechamiento del conocimiento, así como su transferencia a la economía y sociedad.

Empresas con innovación tecnológica como porcentaje del total

Significado de las siglas o abreviaturas:

$$PEIT_t = \frac{EIT_t}{TE_t} \times 100$$

**PEIT<sub>t</sub>** Empresas con innovación tecnológica como porcentaje del total en el período t

**EIT<sub>t</sub>** Empresas que introdujeron al mercado un producto (bien o servicio) o utilizaron un proceso (incluye métodos en el caso de servicios) nuevo o significativamente mejorado en el periodo t

**Tet** Total de empresas en el período t

Período de referencia de las cifras en cuestión

**t** (generalmente abarca 2 años)

Línea Base 2013	Meta 2018
8.2%	20.0%

Fuente: Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) realizada bienalmente por el CONACYT-INEGI.

**j) Tasa de dependencia: Patentes solicitadas por no residentes respecto a las solicitudes de residentes**

El número de solicitudes de patentes hechas por extranjeros entre el número de solicitudes de nacionales nos puede dar una idea de la medida en que un país depende de los inventos desarrollados fuera de él.

Tasa de dependencia: Patentes solicitadas por no residentes respecto a las solicitudes de residentes

Significado de las siglas o abreviaturas:

$$TD_t = \frac{SPE_t}{SPN_t}$$

**TD<sub>t</sub>** Tasa de dependencia en el año t

**SPE<sub>t</sub>** Solicitudes de patentes extranjeras en el año t

**SPN<sub>t</sub>** Solicitudes de patentes nacionales en el año t

**t** Año de referencia de las cifras en cuestión

Línea Base 2013	Meta 2018
10.95	7.5

Fuente: El dato de patentes solicitadas de residentes solicitadas se obtiene de: IMPI en cifras: [www.impi.gob.mx/.../ICIFRAS/IMPI\\_CIFRAS\\_ene\\_sep\\_2013.pdf](http://www.impi.gob.mx/.../ICIFRAS/IMPI_CIFRAS_ene_sep_2013.pdf). El

dato de patentes solicitadas de no residentes se obtiene de: OMPI website:  
<http://www.wipo.int/ipstats/es/>.

**k) Número de centros, unidades o subsedes creados**

El número de centros de investigación, unidades o subsedes es un indicador de la infraestructura con la que cuenta el país. Es muy importante mantener la infraestructura actual, pero también detectar oportunidades de crecimiento para mejorar la cobertura en materia de CTI en el territorio nacional.

**Número de centros, unidades o subsedes creados**

$$ACt = \sum_{i=2013}^t CCI$$

Dónde:  
**ACt** Acumulado de centros creados al año t  
**CCI** Centros, unidades o subsedes creados en año i

Línea Base 2013	Meta 2018
Indicador nuevo	8

Fuente: Se dará seguimiento a este indicador en un apartado del Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología en México, publicado anualmente por el CONACYT.

**l) Variación porcentual del número de investigadores involucrados en el desarrollo de Biotecnología**

Este indicador mide el fortalecimiento de capital humano de alto nivel en materia de biotecnología.

## Variación porcentual del número de investigadores involucrados en el desarrollo de Biotecnología

Dónde:

$$VIP = \frac{NIB_t}{TI_t} \times 100$$

**VPI:** Variación porcentual de investigadores involucrados en el desarrollo de biotecnología

**NIB t** Número de investigadores identificados en el desarrollo de un producto biotecnológico y/o en la evaluación de efectos del mismo en el año t

**TI t** Número total de investigadores identificados en las diferentes áreas en el año t

Línea Base 2013	Meta 2018
3.8%	4.5%

Fuente: Se obtiene de la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) realizada bienalmente por el CONACYT-INEGI. Se dará seguimiento a este indicador en un apartado del Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología en México, publicado anualmente por el CONACYT.

En resumen, el PECiTI busca avanzar hacia la articulación de una gran variedad de actores que intervienen de manera directa o indirecta en las múltiples dimensiones del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), lo cual representa uno de sus mayores retos, pues le exige una enorme transversalidad, flexibilidad y una visión sistémica para aprovechar y fortalecer los vínculos existentes y contribuir a la creación de otros.

Concretamente, el PECiTI tiene como propósito lograr que la sociedad mexicana se apropie del conocimiento científico y tecnológico y lo utilice para ser más innovadora y productiva. Para ello se requiere un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación mucho más robusto y preparado para ayudar a México a enfrentar sus realidades más apremiantes. Lo anterior exige conjugar apropiadamente la diversidad de enfoques locales y valorar debidamente sus capacidades y vocaciones para construir a partir de éstas un sistema nacional que aproveche mejor el esfuerzo de todos sus actores, un sistema más cercano a la sociedad, pero también mucho más conectado con el mercado global del conocimiento.

### **3.4 Perspectivas para el Desarrollo científico y tecnológico en México.**

Como hemos señalado, la ciencia y tecnología constituyen los elementos primordiales para el desarrollo económico de cualquier país. En México, la utilización de estos elementos, en consonancia con la planificación de políticas de acuerdo a las distintas necesidades y problemáticas que enfrenta el país en este milenio, establece las bases para la consecución de objetivos estratégicos para el desarrollo económico.

Las tasas de crecimiento miden los cambios en el producto físico; el desarrollo económico mide la institucionalización del proceso de crecimiento en sí. El desarrollo implica una mejor utilización de los recursos naturales y humanos, modificaciones en la estructura de una economía y una mayor capacidad para incrementar la producción por medio del proceso ahorro-inversión. Las inversiones pueden adoptar muchas formas. Formación de capital fijo (incluyendo los gastos en infraestructura), programas de investigación y tecnología, sistemas de educación más amplios, y así sucesivamente; todo ello amplía la base productiva de una sociedad.

De acuerdo a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) planteados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y al que México suscribió, una de las metas consecuentes a lograr el Objetivo 1 que considera erradicar la pobreza extrema y el hambre, estriba en reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, el porcentaje de personas cuyos ingresos sean inferiores a 1 dólar por día. También se plantea alcanzar empleo pleno y productivo y trabajo decente para todos, incluyendo las mujeres y los jóvenes, así como reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, la proporción de personas que padecen hambre (ONU, 2013).

Con base en esto, para poder alcanzar el éxito de una política encaminada a la reducción de la pobreza en México, resulta primordial la inversión en ciencia y tecnología que contribuya a la consecución para el logro de este objetivo ya que, en la lucha contra la pobreza, la ciencia y la tecnología pueden contribuir al crecimiento económico sostenido, a una mayor eficiencia del mercado y a la creación de oportunidades de empleo (SIICYT, 2006). La inversión que se realiza actualmente resulta ineficaz para atender las problemáticas de país en relación con el contexto internacional, por lo que es urgente replantear las políticas que actualmente se están llevando a cabo, de tal forma que una mayor inversión pública en Ciencia y Tecnología, en conjunción con la inversión privada, encuentren los cauces idóneos que permitan la expansión de las posibilidades económicas de México.

## CONCLUSIONES

Gracias a la problemática planteada desde el inicio y al posterior desarrollo de lo que se expuso en esta tesis, podemos destacar, con los elementos suficientes, que resulta indispensable la participación de la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico de México y que claramente establecer este rubro como una estrategia, es viable para alcanzar un crecimiento y desarrollo económico sostenido.

A lo largo de esta investigación pudimos obtener un panorama muy amplio de lo que se suponía al principio, era evidente la problemática por la cual sigue atravesando el país, sin embargo no esperábamos encontrarnos con las incoherencias que la administración gubernamental ha protagonizado desde décadas pasadas en referencia al desarrollo tecnológico.

Primero y principal, se detectó que hay irregularidades en el marco de rendición de cuentas, puesto que no hay un documento que explique rubro por rubro si se cumplieron las metas establecidas en los programas tecnológicos, por lo que se sugiere desarrollar un sistema de monitoreo que regule las actividades desempeñadas en esta área, así como una administración que avale y haga eficientes los recursos destinados a los diferentes estados.

Los instrumentos que se tienen hoy en día a la hora de medir el impacto de la ciencia y la tecnología, son insuficientes y por decirlo de alguna manera, ambiguos, pues muestran solo la contabilidad de los acervos en recursos humanos y artículos publicados. Creemos firmemente que no basta con el escrutinio del presupuesto, se debe exponer que tanto han significado esas cifras a partir de los aportes científicos que la comunidad mexicana haga a la ciencia. De acuerdo con el diagnóstico de la reciente administración, se sabe que la PEA mantiene el mínimo porcentaje de 0.7% laborando en la investigación tecnológica, lo cual es preocupante, puesto que los países más desarrollados mantienen por lo menos un 5% de su población trabajadora, en esa área. El rezago es sin duda notable y el país lo resiente al tener menos oportunidades de sobresalir a nivel mundial, ubicándose por debajo de la media en la mayoría de los indicadores que miden el desempeño tecnológico y científico.

Dadas las circunstancias actuales, resulta indispensable dar un giro radical a las políticas en materia científica en los últimos sexenios. La brecha tecnológica entre los países tecnológicamente más avanzados y México se ha dilatado de manera alarmante, lo cual indica que la situación científica del país seguirá anquilosada a una dependencia tecnológica, en el que el empleo del equipo industrial existente en

México, la planificación de las nuevas inversiones y la selección de las importaciones estarán crecientemente determinadas por las necesidades de las potencias tecnológicas correspondiendo cada vez menos a las necesidades del desarrollo nacional.

Los alcances de las políticas que podrían ser implementadas en México internamente son calculables gracias a diversos estudios del sector primario, (nótese que se puntualiza solo el primer sector) los cuales ofrecen un alto potencial para el comercio y el crecimiento, esto viene señalado en el capítulo dos, pues se dispone de vastos recursos naturales y de mano de obra, para echar a andar aquel rubro que ha sido desplazado tajantemente por el sector servicios, pero también es indiscutible que se requieren de algunas herramientas que apoyen a la inversión como la necesidad de hacer de la economía del conocimiento una prioridad.

Y ahora, pasando a la parte total de esta investigación, se expone que el monto de inversión que el Gobierno Federal le ha destinado a la Ciencia y Tecnología en las últimas décadas es insuficiente y la brecha que hay entre los agentes participantes es cada vez más grande. México no ha sido capaz de invertir de manera significativa en ciencia y tecnología, a pesar de la activa labor de los bancos y organismos internacionales que han desembolsado importantes préstamos destinados a fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación en los países de la región.

Sabíamos que había un rezago importante, pero es alarmante cuando el crecimiento que ha tenido la inversión en GIDE desde 1994 al 2012 ha sido únicamente de 0.22% cifra que denota un grave estancamiento que afecta al desarrollo continuo de nuestro país, y resulta aún peor cuando esa cifra ha disminuido comparada con los años anteriores. Debe ser prioridad actuar de manera vinculada en referencia al sistema público y privado, en cuando al monto destinado a la inversión al 2012 por parte del sector público fue de 59.6 %, mientras que por el ámbito privado la cifra ascendió a 36.8% esto da como resultado de la discrepancia y la poca actividad en conjunto de ambos sectores.

En 2013, México apenas invirtió 0.43% del PIB en Investigación y Desarrollo, mientras que países como Brasil y Estados Unidos invirtieron 1.16% y 2.77%, respectivamente. También son elocuentes los indicadores económicos de países como Japón y Corea del Sur, que actualmente invierten más del 3% del PIB en áreas científicas y tecnológicas, pasando de ser economías esencialmente importadoras de artículos eléctricos, electrónicos y de consumo, a ser dos grandes potencias en la industria de alta tecnología que desarrollaron, como vimos, a partir de su propio

modelo de sustitución de importaciones, el cual que tuvo resultados muy positivos y superiores al de la experiencia latinoamericana en el mismo proceso.

Si buscamos una manera fácil de crecimiento bastaría con decir que aumentar la inversión debe dar resultados por lo menos al plazo que ya se estableció, pero estamos ignorando que el crecimiento económico y el desarrollo social es algo que esta precedido por múltiples factores, sin embargo con la elaboración de esta tesis es factible para nosotros y claramente fue el objetivo de este trabajo, dar la estrategia y exponer las principales problemáticas a las que se enfrenta nuestra nación en materia científica-tecnológica.

Insistimos, la inversión que la presente administración destina a la Investigación y Desarrollo resulta francamente insuficiente dadas las problemáticas de país y las circunstancias internacionales. En este trabajo demostramos la conveniencia de replantear las actuales políticas públicas que no priorizan el desarrollo científico y tecnológico del país, y por el contrario, se ajustan a las demandas internacionales en detrimento de la economía mexicana. Hoy, se ha llegado al sinsentido de importar 100 mil barriles de petróleo crudo ligero procedentes de Estados Unidos, no obstante la promulgación de la *Reforma Energética*, que fue impuesta con la promesa de que aumentaría la productividad y el desarrollo tecnológico en tanto explotación, refinación y exportación petrolera, pero condujo a la industria petrolera a ser consumidor del recurso más importante que subyace en territorio nacional.

Como hemos visto, la tecnología no puede ser comprada o transferida a nuestro país, ya que “la elección de procesos de producción más adecuados a las condiciones particulares de cada país sólo puede hacerse sobre la base, no sólo de un conocimiento exhaustivo de las condiciones locales sino también y fundamentalmente, de una comprensión clara de los resultados y las tendencias y los probables desarrollos futuros de la investigación científica y tecnológica” (Valle Rivera, 2010). Es por ello que dicho desarrollo tendrá que estar encaminado a las condiciones específicas de México, sus problemáticas coyunturales y su propio potencial productivo, mismo que ofrece una amplia gama de posibilidades reales a mediano y largo plazo si se considera invertir categóricamente en Ciencia y Tecnología.



## BIBLIOGRAFÍA

Albornoz, E., Alfaraz C. (2005). "Alcances y limitaciones de la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología". Revista CTS. Buenos Aires. 73-95.

Albornoz, M. (2009). "Desarrollo y políticas públicas en ciencia y tecnología en América Latina". Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas, VIII(1). Buenos Aires. 65-75.

Barcelata, H. (2008). "Desarrollo industrial y dependencia económica en México". Consultado el 16 de Mayo de 2014 en <http://www.eumed.net/libros-gratis/2008b/384/>

Bifani, P. (1999). "Medio ambiente y desarrollo sostenible" IEPALA Editorial, México.

Buira, A. (1968). "Desarrollo y estabilidad de precios en México". El Colegio de México. México.

CONACYT, (1984). "Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

CONACYT, (1990). "Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

CONACYT, (1995). "Programa de Ciencia y Tecnología, 1995-2000". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

CONACYT, (2008) "Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación 2008-2012". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

CONACYT, (2008) "Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

CONACYT, (2014). "Programa especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

CONEVAL. (2014), "Evaluación de la Política Social". Consultado el 15 de mayo de 2014 en <http://www.coneval.gob.mx/Evaluacion/Paginas/Proceso-de-Evaluacion.aspx>

del Valle Rivera, María. (2010). "El pensamiento latinoamericano sobre el cambio tecnológico para el desarrollo". Universidad Nacional Autónoma de México. México

Foro Consultivo Científico y Tecnológico. (2008). "Ciencia, tecnología e innovación: el desarrollo sustentable alrededor de oportunidades basadas en el conocimiento". Consultado el 15 de Mayo de 2014, en [http://www.foroconsultivo.org.mx/libros\\_editados/inventario.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/inventario.pdf)

Frank, A. G. (1971). "Sociología del desarrollo y subdesarrollo de la sociología". Barcelona: Anagrama.

Gómez, A. (2003). "La nueva historiografía". El Colegio de México, México.

Guajardo, G. (2003). "Tecnología e industria en México: entre el aprendizaje empírico y la academia, ca. 1860-1940". UNAM. México.

Guoping, Z. (2007). "Políticas de investigación y desarrollo en Asia". Consultado el 10 de Junio de 2014, de [http://www.casaasia.es/documentos/politicas\\_id\\_asia.pdf](http://www.casaasia.es/documentos/politicas_id_asia.pdf)

Gutiérrez, E. (2008). "De las teorías del desarrollo sustentable: Historia de la constitución de un enfoque multidisciplinario". Revista Ingenierías núm. 39. Barcelona.

Haber, S. (1989). "La industrialización de México: historiografía y análisis". El Colegio de México. México.

Hansen, R. (1983). "La política del desarrollo mexicano". Siglo XXI. México.

INEGI. (2014). "Información oportuna sobre la actividad industrial en México durante abril de 2014". Consultado el 11 de Mayo de 2014 en <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/actbol.pdf>

Jiménez de León, R. (2005). "Teoría de la dependencia". Consultado el 12 de Marzo en 2014 en <http://yumka.com/docs/teoria-dependencia.pdf>

Jurado, A. (2005). "Teorías del desarrollo". Consultado el 20 de febrero de 2014 en <http://www.econlink.com.ar/teorias-desarrollo>

Kay, C. (1998). "Estructuralismo y teoría de la dependencia en el periodo neoliberal". Nueva Sociedad núm. 158. Argentina.

Larousse. (2007). "Diccionario Manual de la Lengua Española". Consultado el 15 de Mayo de 2014 en <http://es.thefreedictionary.com/industrializaci%C3%B3n>

Lewis, A. (1960). "Desarrollo económico con oferta ilimitada de mano de obra". Fondo de Cultura Económica. México.

Morales, Z. (1998). "Políticas públicas en ciencia y tecnología". Revista Enlace, No. 50, septiembre-octubre, Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración Pública A.C., México

Naredo, J. (2004). "La economía en evolución: invento y configuración de la economía en los siglos XVIII y XIX y sus consecuencias actuales". Revista d' Història Moderna. Barcelona,

ONU. (2013). "Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe de 2013". Consultado el 20 de Mayo de 2014 en [www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/mdg-report-2013-spanish.pdf](http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/mdg-report-2013-spanish.pdf)

Oriol, J. (2006). "Teoría y práctica del desarrollo. Cambios en las variables de la 'ecuación del desarrollo' en los últimos 50 años". Revista Reforma y Democracia núm. 36. Caracas.

Pellegrino, A. (2000). "Drenaje, movilidad, circulación: nuevas modalidades de la migración calificada. Actas del Simposio sobre migración internacional en las Américas". CEPAL. Costa Rica:

Peralta, M. (1978). "Acumulación del capital y crisis política en Argentina (1930-1974)". Siglo XXI. México.

Piñón, F. (2004). "Ciencia y tecnología en América Latina: una posibilidad para el desarrollo". Revista Globalización, Ciencia y Tecnología. Buenos Aires.

Posada, L. (1997). "Desarrollo Económico Sostenible, relaciones económicas internacionales y recursos minero-energéticos en Colombia". Universidad Nacional. Medellin.

Prebisch, R. (1983). "Cinco etapas de mi pensamiento sobre el desarrollo". Trimestre Económico. Buenos Aires.

Reyes, G. E. (2007). "Concepto de desarrollo". Consultado el 15 de Febrero de 2014 en <http://www.zonaeconomica.com/concepto-desarrollo>

RICYT. (2013). "Estado de la Ciencia 2013". Consultado el 1 de Junio de 2014 en <http://oei.es/salactsi/estadociencia2013.pdf>

SIICYT. (1996), "Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas". Consultado el 1 de Junio de 2014 en <http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/docs/contenido/indicad.pdf>

SIICYT. (2001). "Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología". Consultado el 1 de Junio de 2014 en [http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/docs/contenido/Informe\\_2002\\_1.pdf](http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/docs/contenido/Informe_2002_1.pdf)

SIICYT. (2006). "¿Para qué invertir en ciencia y tecnología?". Consultado el 25 de Mayo de 2014 en <http://geo.virtual.vps-host.net/siicyt/cecyt/tema-1>

SIICYT. (2012). "Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación". Consultado el 25 de Mayo de 2014 en [http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/docs/Estadisticas3/Informe2012/INFORME\\_2012.pdf](http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/docs/Estadisticas3/Informe2012/INFORME_2012.pdf)

Solorza, M., & Cetré, M. (2011). "La teoría de la dependencia". Revista Republicana núm. 132. Montevideo.

Sotelo, A. (1993). "La crisis de los paradigmas y la Teoría de la Dependencia". Consultado el 12 de Marzo de 2014 en <http://www.reggen.org.br/midia/documentos/lacrisisdelosparadigmasylateoriadeladependenciaenamericalatina.pdf>

Todaro, M., & Smith, S. (2009). "Economic Development": Pearson Education Limited. Londres.

UNESCO. (2010). "Science Report 2010". UNESCO Publishing. París.

Velásquez, J. (2012). "Ciudad y Desarrollo Sostenible". Revista eure núm. 96. Barcelona

Villarreal. (1981). "El desequilibrio externo en la industrialización de México (1929-1975)". Fondo de Cultura Económica. México.

Zaragoza. M. "La ciencia y la tecnología como motores para el desarrollo regional". Consultado el 23 Junio de 2014 en <http://estepais.com/site/?p=37194>