

# **La importancia de las redes de conocimiento en México para la innovación y desarrollo tecnológico en la temática de medio ambiente y sustentabilidad**

**Magali Cárdenas Tapia<sup>1</sup>, Paola Selene Vera Martínez<sup>2</sup> y Nadima Simón Domínguez<sup>3</sup>**

## **RESUMEN**

Este artículo presenta los resultados de un estudio diagnóstico de la situación actual de las redes de conocimiento en la temática de medio ambiente y sustentabilidad en México, las cuales conceptualmente se considera deben estar conformadas por universidades, centros de investigación, empresas, y gobierno. El diagnóstico se basa en la revisión de las estrategias nacionales realizadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), y el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), para la generación de conocimiento, innovación y desarrollo tecnológico.

Con objeto de hacer un análisis de la situación de los avances logrados en la conformación de las redes de conocimiento en las tres instituciones, se realizó una revisión del estado de la situación de los programas de innovación y desarrollo tecnológico con la creación de la Alianzas Estratégicas y Redes de Innovación para la Competitividad (AERIS) y el Programa de Investigación Científica con la conformación de las Redes Temáticas de Investigación en la línea de medio ambiente y sustentabilidad gestionados directamente por el CONACYT, también se consideró la red de investigación en medio ambiente formada por el IPN, y la red del C3 en la temática de complejidad ecológica.

El tránsito al desarrollo sustentable requiere de la innovación y del desarrollo de tecnologías tendientes a prevenir, mitigar y adaptarse al cambio climático y otros problemas medioambientales graves. En este sentido, las redes de conocimiento son indispensables para la búsqueda de soluciones al reto del cambio de tecnológico actual, así como para el diseño de estrategias sustentables para los desafíos de nuestra sociedad.

**Palabras clave:** Redes de conocimiento, medio ambiente, sustentabilidad, desarrollo e innovación tecnológica.

---

<sup>1</sup> Escuela Superior de Comercio y Administración Instituto Politécnico Nacional

<sup>2</sup> Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>3</sup> Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México

## Introducción

El Cambio Climático (CC), entendido como el *“cambio en el clima atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global”* (The Natural Conservancy *et al.*, 2009: 11) es un problema ambiental que está exigiendo la convergencia de esfuerzos a nivel global y local. Entre los principales factores que propician el CC se encuentra la emisión de Gases con Efecto Invernadero (GEI), en este rubro México se encuentra en la lista de los 25 países con mayor emisión de GEI, ocupa el lugar 14 con 1.5% de GEI, esto equivale a 709 millones de toneladas de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Según el Instituto Nacional de Ecología (INE) (2010) hasta el 2006, las emisiones de GEI en el país se conformaban por 60% energía, (el 33% corresponde a fuentes fijas y de área - industria generadora de energía, manufactura e industria de la construcción y otros sectores incluyendo el residencial-, 20% corresponde al transporte y 7% de emisiones fugitivas), 14% desechos, 13% cambio de usos de suelo y silvicultura, 6% agricultura, 7% procesos industriales (INE, 2010).

El diseño de estrategias que contribuyan a prevenir, mitigar y adaptarse al CC está enmarcado en la problemática del desarrollo sustentable, entendido según el Informe Brundtland (1987) como *“aquel que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”* (Informe Brundtland, 1987 citado en UN, 2010: 19). Ello implica la vinculación de todos los actores de la sociedad, particularmente de las Instituciones de Educación Superior (IES), gobierno y empresas; de ahí la importancia de estimular la creación de redes de conocimiento con el fin de propiciar el desarrollo e innovación de tecnologías limpias que coadyuven en la solución del problema del CC.

La producción de conocimiento tiende a desarrollarse en el marco de nuevas formas de organización, más flexibles y dinámicas. Surgen así nuevas configuraciones, en las que participan ya no sólo científicos y académicos, sino también aquellos que mediante la aplicación de los conocimientos buscan soluciones a problemas específicos. Junto con ello, la internacionalización de la ciencia, potenciada por la aplicación a gran escala de las tecnologías de la información y la comunicación, constituyen el marco general en el que han nacido y se han desarrollado las **redes de conocimiento** (Albornoz, 2006).

El trabajo en red es el resultado de la adopción de formas flexibles y participativas de organización, implementadas a la hora de crear y aplicar los conocimientos a la solución de problemas. Las redes de conocimiento son las configuraciones en las que se conjugan actores de diversas procedencias como son las universidades, las empresas y las instituciones

gubernamentales, los cuales se relacionan con el fin de abordar problemas concretos y proponer soluciones, poniendo en juego para ello sus capacidades y buscando, por este medio, complementarlas para la generación de conocimiento, innovación y desarrollo tecnológico.

Por lo cual consideramos de vital importancia que en México se continúe fomentando la creación de redes de conocimiento para realizar investigación sobre la temática de medio ambiente y sustentabilidad, vinculando a las universidades, las empresas y las instituciones gubernamentales, con el objetivo de resolver el problema de forma integral, ya que está visto que el problema del medio ambiente es un problema complejo que requiere la intervención de los tres actores para la generación de conocimiento, innovación y desarrollo tecnológico, que apoye en la solución de la problemática planteada.

Con objeto de hacer un análisis de la situación de los avances logrados a la fecha por las tres instituciones bajo estudio, se realizó una revisión de los programas de innovación y desarrollo tecnológico con la creación de las AERIS y el programa de investigación científica con la conformación de las redes temáticas de investigación en la línea de medio ambiente y sustentabilidad gestionados directamente por el CONACYT, también se consideró la red de investigación en medio ambiente formada por el IPN, y la red del C3 en la temática de complejidad ecológica, en ellas participan investigadores de las principales universidades del país, así como centros de investigación, y empresas.

El artículo está estructurado en tres partes, la primera presenta la importancia de las redes de conocimiento para impulsar el desarrollo sustentable; en la segunda, se presenta un panorama general de la situación de la Investigación y Desarrollo (I+D) en México del periodo 2000 a 2008; y en la segunda parte se presenta el diagnóstico de las redes de conocimiento conformadas por las tres instituciones mencionadas el CONACYT, el IPN y el C3. Finalmente se enuncian las conclusiones del trabajo.

# 1. La importancia de la redes de conocimiento para impulsar el desarrollo sustentable

## 1.1 Desarrollo sustentable o sostenible

El desarrollo sustentable o sostenible puede ser definido como "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades". Esta definición fue empleada por primera vez en 1987 en la Comisión Mundial del Medio Ambiente de la Naciones Unidas.

Los esfuerzos internacionales para construir una sociedad sustentable, en particular ambientalmente sustentable, han seguido un largo camino. En 1992 se llevó cabo la Cumbre de la Tierra, en Rio de Janeiro, misma que se considera como "el reconocimiento formal de la comunidad del vínculo entre medio ambiente y desarrollo a través del concepto de desarrollo sostenible" (UN, 2010: 20). En la cumbre del milenio, realizada en Nueva York en 2000, se plasmaría la **sustentabilidad ambiental** como uno de los objetivos a lograr (tabla 1); y en la Cumbre de Johannesburgo, en 2002, se abordarían los temas relacionados con la implementación y la búsqueda de fuentes de financiamiento.

**Tabla 1**  
**Objetivos de desarrollo del milenio**

- 
1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre
  2. Lograr la enseñanza primaria universal
  3. Promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer
  4. Reducir la mortalidad de los niños menores de 5 años
  5. Mejorar la salud materna
  6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades
  7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente
  8. Fomentar una alianza mundial para el desarrollo

---

*Fuente:* Naciones Unidas, *Objetivos de Desarrollo del Milenio. Avances en la sostenibilidad ambiental del desarrollo en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Naciones Unidas, 2010, p. 20.

El desarrollo sustentable ha cobrado mayor ímpetu ( tabla 2), tras a aceptar los efectos que la acción humana tiene sobre el medio ambiente, como es el caso del cambio climático, de modo que se están apoyando e impulsando el desarrollo de industrias limpias, lo cual, según

Naciones Unidas, posiblemente da cuenta “de los primeros pasos hacia una “economía verde”, basada en la valoración de los componentes ambientales a través de instrumentos económicos y legales que los incorporan en los procesos de decisión de gobiernos, empresas y consumidores” (UN, 2010: 21). Es un hecho positivo el reconocimiento de la compleja interrelación entre las esferas económicas, sociales y ambientales para la formulación de políticas nacionales e internacionales tendientes a combatir los problemas socioeconómicos y ambientales que aquejan a nuestras sociedades, como son la pobreza y el cambio climático.

**Tabla 2**  
**Metas, indicadores y variables oficiales del séptimo**  
**objetivo de desarrollo del milenio**

<b>7A Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente</b>
7.1 Proporción de la superficie cubierta por bosques
7.2 Emisiones de dióxido de carbono (total, per cápita y por cada dólar PPA del PIB)
7.3 Consumo de sustancias que agotan la capa de ozono
7.4 Proporción de poblaciones de peces que están dentro de límites biológicos seguros
7.5 Proporción del total de recursos hídricos utilizada
<b>7B Reducir la pérdida de biodiversidad, alcanzando, para el año 2010, una reducción significativa de la tasa de pérdida</b>
7.6 Proporción de las áreas terrestres y marinas protegidas
7.7 Proporción de especies en peligro de extinción
<b>7C Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento</b>
7.8 Proporción de la población con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable
7.9 Proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados
<b>7D Haber mejorado considerablemente, para el año 2020, la vida de por lo menos 100 millones de habitantes en tugurios</b>
7.10 Proporción de la población urbana que vive en tugurios

*Fuente:* Naciones Unidas, *Objetivos de Desarrollo del Milenio. Avances en la sostenibilidad ambiental del desarrollo en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Naciones Unidas, 2010, p. 23.

PPA: paridad del poder adquisitivo.

En este sentido, la ciencia y la tecnología son reconocidas actualmente, con mayor claridad, como factores decisivos para la transformación económica y social, así como en la

búsqueda de soluciones a los problemas ambientales, tanto en los países de economía industrial avanzada, en los cuales se pone de manifiesto el surgimiento de una nueva economía y una nueva sociedad del conocimiento, como también en países de menor desarrollo como México, que deben afrontar las consecuencias de tales transformaciones y adquirir la capacidad de aprovechar las oportunidades de estas nuevas formas de organización.

## 1.2 Sociedad del conocimiento

El concepto de “sociedad del conocimiento” emergió a finales de los noventa como una alternativa al concepto de la “sociedad de la información”. Waheed, subdirector general de la UNESCO, consideró que la sociedad de la información se relacionaba con la idea de la innovación tecnológica, en tanto que la sociedad del conocimiento podía visualizarse como una dimensión de transformación social, cultural, económica, política e institucional (Vera Smith, 2010).

En efecto, a finales de la década de los noventa aparecieron características nuevas relacionadas con la forma de cómo se crea, difunde y transmite el conocimiento, sobre todo cuando se aplica en productos, procesos o sistemas, lo cual se denominó “sociedad del conocimiento” para destacar la mayor importancia y uso que el conocimiento tiene en la economía y, en general, en la vida del hombre (Corona y Jasso, 2005)

Según Corona y Jasso (2005:11) dos rasgos básicos caracterizan a la llamada “sociedad del conocimiento”:

- “Las tecnologías de la información y las comunicaciones, (TIC). Desde los años setenta del siglo XX, y de manera creciente a partir de 1990, se marcan ciertos hitos dentro de los avances de la electrónica y, en general, en las tecnologías de la información y las comunicaciones, principalmente en los países más desarrollados, que tienen un impacto muy importante en las demás sociedades.
- Los cambios en el ciclo ciencia-producción, en dos sentidos: primero, el acortamiento del ciclo y, posteriormente, el aumento de una diversidad de relaciones de conocimiento entre las instituciones involucradas tanto por su intensidad como por su forma.

Este cambio en el ciclo ciencia-producción se manifiesta en un proceso de vinculación más estrecho, reflejado en la evolución de los modelos de vinculación que brevemente se abordan en la siguiente sección.

### 1.3 Vinculación universidad-industria-gobierno y redes de conocimiento

La vinculación se considera actualmente como una nueva función sustantiva de las universidades con lo cual éstas se ven obligadas a construir “**redes de acción**” que están más allá de la propia universidad; es decir, incluyen un programa fuertemente relacionado con otros agentes, como el gobierno, las entidades productoras, el sistema educativo en su conjunto y sobre todo los centros de investigación del nivel superior, e incluso, sectores de la sociedad que puedan colaborar –en una estructura realmente operativa– en la construcción de los marcos más generales de la vinculación (Campos y Sánchez Daza, 2005: 12;)

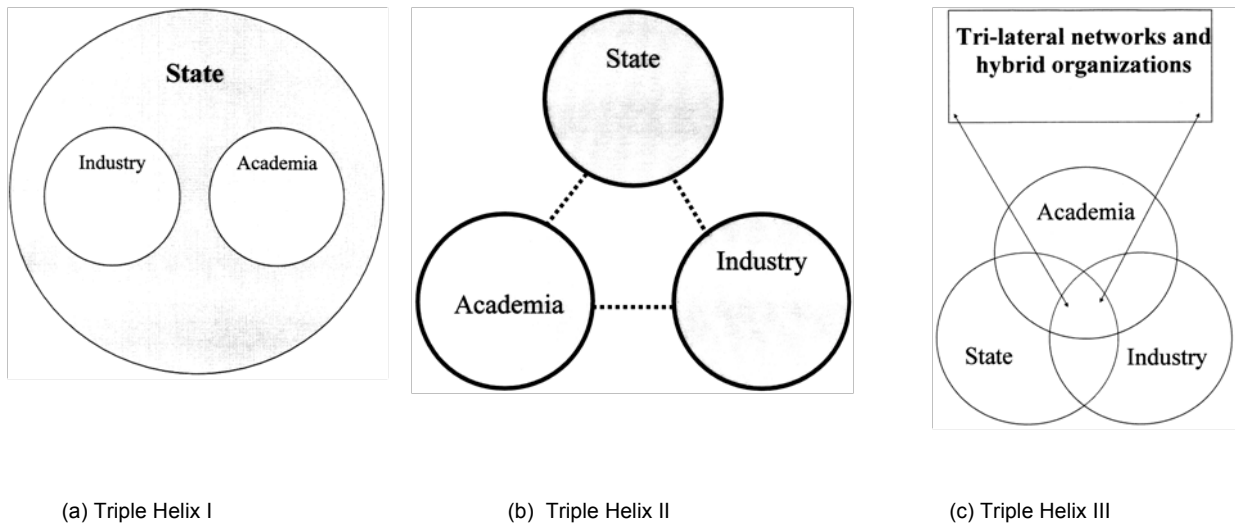
Según Campos y Sánchez Daza (2005:11) el no contar con una teoría unificada sobre la vinculación se ha traducido en restricciones al avance de este tipo de actividad en las universidades mexicanas.

La vinculación se ha definido como una relación de intercambio-cooperación (Casalet y Casas, 1997 citadas en Vera, 2010) o bien como la conexión del conocimiento producido en las IES con las empresas del sector privado (Varela, 1999).

La concepción del modo que operan estas relaciones de intercambio-cooperación o conexiones ha ido variando a través del tiempo ajustándose a los requerimientos de la sociedad. Dichas relaciones las describió Etzkowitz en las configuraciones Triple Hélice (figura 1) mismas que capturan los cambios entre esferas y al interior de las mismas; así, la Triple Hélice I (figura 1-a) representa un modelo estático de las relaciones gobierno-industria-universidad, caracterizado por un Estado rector. La Triple Hélice II (figura 1-b) representa el modelo “laissez-faire”, en el cual se puede establecer un libre flujo de información entre dichos agentes. En la figura 1-c, se presenta el modelo de la Triple Hélice III, el cual plantea una relación trilateral entre universidad-industria-gobierno, en la cual estos tres agentes participan en proyectos conjuntos mediante organizaciones híbridas y redes de conocimiento.

De acuerdo con Etzkowitz y Leydesdorff (2000), el modelo de Triple Hélice no sólo denota las relaciones entre universidad, industria y gobierno sino también las transformaciones internas de cada esfera. La misión de las universidades se ha ido transformando, de un modelo de enseñanza, a otro que adiciona a éste la investigación y posteriormente la vinculación con los diversos sectores de la sociedad. (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000: 118-119).

**Figura 1**  
**Evolución de la propuesta de vinculación de la Triple Hélice**



Fuente: H. Etzkowitz, L. Leydesdorff *Research Policy* 29 (2000) 109–123

Uno de los aportes más interesantes de Etzkowitz y Leydesdorff (2000) consiste en señalar que la vinculación concebida bajo un modelo de Triple Hélice III puede dar lugar a dinámicas no lineales de las cuales emerjan formas de comunicación, redes y organizaciones que no se diseñan a priori. Para el propósito de este artículo seguiremos la exposición con las redes que surgen de esta dinámica de vinculación y que se denominan redes de conocimiento.

Existe consenso entre autores en nombrar como redes de conocimiento a las relaciones entre los diferentes agentes que intervienen en la generación e intercambio de conocimiento, y hacen hincapié en el análisis de dichas relaciones (Casas, 2003 citado por Vera, 2010), la colaboración para el impulso de la innovación (Etzkowitz, 2000; Uzzi, 1996) o la transferencia de flujos (Luna, 2003).

Según Maturana (2002), la palabra red tiene un triple sentido:

- Riqueza de conexiones conscientes en forma de alianzas, sistemas de retroalimentación con los clientes, sistemas de conexión en red para:
  - Descubrir y procesar información y conocimiento
  - Conectar los sistemas de educación formal y continua.



- Estilo de producción ajustada mediante interacciones informales en detrimento de las jerarquías.
- Estructura social vinculada a un territorio y a altas interacciones sociales de sus miembros con otros del exterior.

En cuanto a las características de las redes, Luna (2003: 56) menciona que:

- Ningún miembro de la red tiene autoridad absoluta y todos tienen una cierta autonomía.
- Las decisiones se toman de manera conjunta a través de comités en múltiples niveles.
- La red opera a través de decisiones, resolución de problemas, ganancias (pérdidas) o prestigio compartido

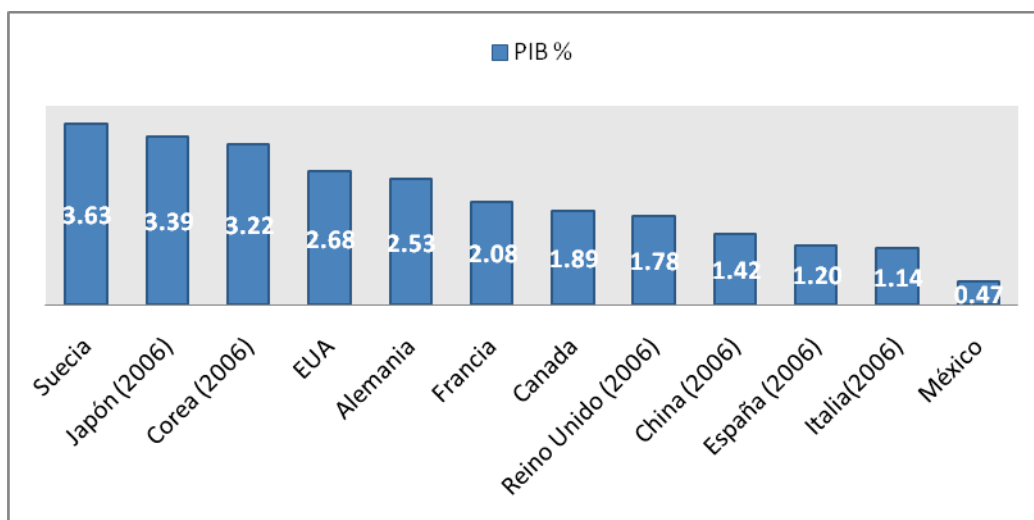
A continuación se presenta el marco contextual en el cual están insertas las redes de conocimiento, haciendo hincapié en la esfera académica.

## **2. Panorama general de la investigación y desarrollo (I+D) en México**

La inversión que México realiza en I+D es insuficiente de acuerdo a los datos reportados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2008), sólo se invirtió el **.47%** del PIB, ubicándose en los últimos lugares con respecto a otros países pertenecientes a dicho organismo y muy lejos del promedio de 2.26%, como se puede observar en el gráfico 1; lo anterior repercute en una excesiva dependencia tecnológica de otros países, con un coeficiente de inventiva del **.05** según reporte del CONACYT (2008) y una escasa producción de conocimiento e innovación en el país (OCDE, 2007).

**Gráfico 1**

**Gasto interno en investigación y desarrollo 2007**



Fuente: CONACyT (2008) Indicadores de actividades científicas y tecnológicas

## 2.1 Artículos científicos en revistas indexadas

Otro aspecto que nos presenta un panorama general de la investigación en México, es la divulgación de la ciencia de artículos científicos en revistas indexadas; como se puede apreciar en la tabla 3, la generación de artículos científicos en México continúa con un comportamiento estático e incipiente, nos coloca en el lugar 21 de los países pertenecientes a la OCDE con sólo el .77% en 2007.

**Tabla 3**  
**Participación en la producción total mundial de artículos**  
**de los países miembros de la OCDE**

No.	País	2007 %	2003-2007 %	No.	País	2007 %	2003-2007 %
1	Estados Unidos	31.52	32.65	16	Bélgica	1.44	1.43
2	Reino Unido	8.53	8.62	17	Dinamarca	1.01	1.02
3	Japón	7.75	8.49	18	Austria	0.97	0.98
4	Alemania	7.95	8.22	19	Finlandia	0.92	0.94
5	Francia	5.63	5.85	20	Grecia	0.95	0.86
6	Canadá	4.88	4.74	<b>21</b>	<b>México</b>	<b>0.77</b>	<b>0.76</b>
7	Italia	4.55	4.46	22	Noruega	0.77	0.73
8	España	3.51	3.32	23	Rep. Checa	0.7	0.66

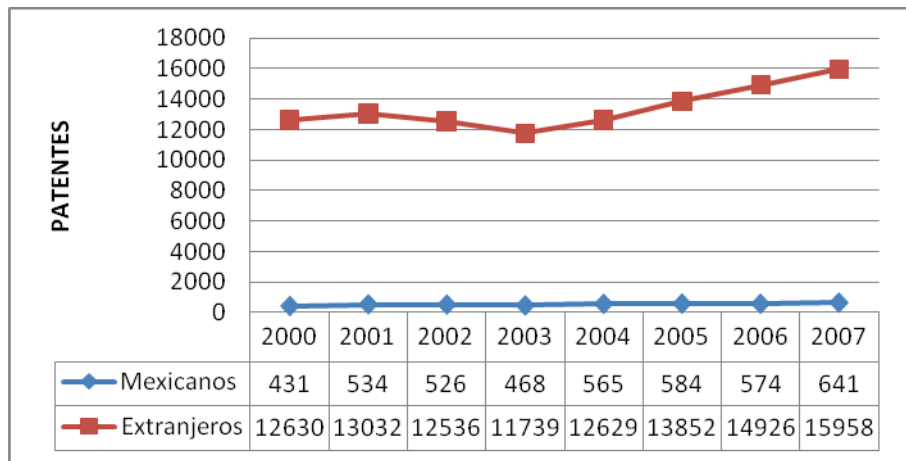
<b>9</b>	Australia	3.09	2.99	24	Portugal	0.64	0.59
<b>10</b>	Holanda	2.62	2.62	25	Nueva Zelanda	0.6	0.59
<b>11</b>	Corea	2.8	2.58	26	Hungría	0.51	0.52
<b>12</b>	Suecia	1.86	1.91	27	Irlanda	0.5	0.44
<b>13</b>	Suiza	1.94	1.9	28	Rep. Eslovaca	0.24	0.23
<b>14</b>	Turquía	1.61	1.49	29	Islandia	0.05	0.05
<b>15</b>	Polonia	1.38	1.46	30	Luxemburgo	0.02	0.02

Fuente: *Institute for Scientific Information*, 2008.

## 2.2 Registro de patentes

Un indicador para evaluar los avances tecnológicos realizados en el país, es el registro de patentes, en el gráfico 2 podemos apreciar la distribución de las patentes solicitadas por investigadores mexicanos y extranjeros en nuestro país en el periodo 2000-2007 y claramente se puede apreciar que la participación de investigadores mexicanos en el registro de patentes es mínima con sólo el 4%, de patentes solicitadas con respecto al 96% restante solicitadas por extranjeros, aunque existe un avance significativo en la participación de los investigadores mexicanos en el periodo 2000-2007.

**Gráfico 2**  
**Patentes solicitadas por nacionales y extranjeros en México**  
**en el periodo 2000 a 2007**



Fuente: CONACYT, Informe 2008

En la siguiente sección abordamos algunos de los programas que en México se han implementado para incentivar la formación de redes así como el diagnóstico de las mismas.

### **3. Situación nacional de las redes de conocimiento**

La formación de redes temáticas fue propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) desde la década de 1980 (Albornoz et al., 2006); en México se iniciaron los trabajos para la conformación de la redes temáticas en el 2007, pero fue hasta el 2008 cuando se crearon las primeras redes, lo cual permite apreciar que existe un retraso significativo en las estrategias gubernamentales para la implementación de dichas redes y en general para la generación de conocimiento, innovación y desarrollo tecnológico.

Por otra parte, aunado al retraso en las políticas gubernamentales para la conformación de redes mencionadas en el párrafo anterior, las estrategias utilizadas a partir de 2007 para la conformación de las mismas, están resolviendo parcialmente el problema ya que la mayor concentración de redes que están trabajando actualmente, se encuentran localizadas en la zona centro del país (CONACYT, 2009)

Se observa también que la formación de recursos humanos para el desarrollo científico, tecnológico y de innovación en México ha sido lento, y con una distribución desequilibrada en las distintas regiones geográficas del país, con una gran concentración de investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en la zona centro del país. De acuerdo a los datos reportados por el CONACYT para el periodo 2000-2007, se tenían registrados a 7491 investigadores, localizados en el Distrito Federal, estado de México y el estado de Morelos que representan el 51% de miembros del SNI del total del país.

En cuanto a la distribución de los investigadores pertenecientes al SNI, la mayor parte se encuentran registrados básicamente en diez IES en México (UNAM, UAM, IPN, Universidad de Guadalajara, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Universidad Autónoma de Nuevo León, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Universidad Veracruzana) con 7645 investigadores reportados por CONACYT hasta el 2009.

Los vínculos entre las IES y la industria son débiles, la mayoría de las grandes empresas invierten poco en investigación y desarrollo y prefieren adquirir en el extranjero la tecnología que necesitan Casas (2001). Por otra parte las pequeñas y medianas empresas usan tecnologías atrasadas y no existe vinculación con el trabajo en red necesario para la resolución de los grandes problemas que enfrenta el país. Como concluye Vera Smith (2010) en su trabajo de tesis doctoral, México se caracteriza por la ausencia de una política efectiva de ciencia y tecnología, lo cual se considera uno de los principales factores que explica la poca innovación y

desarrollo tecnológico en todo el país, el financiamiento para la investigación es escaso, generalmente proviene del presupuesto de las IES, y por otra parte existen pocos estímulos y reconocimientos dirigidos a profesores y estudiantes para participar en proyectos de vinculación.

### 3.1 Revisión de los dos programas gestionados directamente por el CONACYT

El CONACYT, de conformidad con lo dispuesto en su ley orgánica, se constituye en la instancia asesora del ejecutivo federal y especializada para articular las políticas públicas del gobierno federal y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, y en particular, el apoyar la investigación científica básica y aplicada y la consolidación de grupos de investigadores en todas las áreas del conocimiento.

Para efectos de esta investigación se realizó la revisión de dos programas: el de innovación y desarrollo tecnológico con la creación de las AERIS y el programa de investigación científica con la conformación de las redes temáticas de investigación.

#### **Alianzas Estratégicas y Redes de Innovación para la Competitividad -AERIS**

El subprograma AVANCE fue creado para impulsar la identificación de oportunidades y creación de negocios basados en la explotación de desarrollos científicos y/o tecnológicos, cuenta con nueve modalidades, dentro de las cuales se encuentra el de las AERIS, motivo de revisión de esta investigación.

Este programa está dirigido a las empresas que realicen innovación tecnológica, IES, centros de investigación públicos o privados y demás personas morales o físicas con actividad empresarial que se encuentren inscritos en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) a que se refiere el artículo 17 de la Ley de Ciencia y Tecnología (LCYT), dispuestos a integrar AERIS o que ya conformen alguna de éstas.

Las AERIS son asociaciones entre empresas, instituciones de educación superior, centros públicos y privados de investigación que atiendan necesidades y áreas de oportunidades específicas para el incremento de la competitividad del sector productivo, mediante la inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i).

## **Resultados de las alianzas estratégicas y redes de innovación para la competitividad ( AERIS)**

De conformidad con las líneas planteadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND) se impulsaron 8 áreas científicas y tecnológicas:

1. Biotecnología,
2. Medicina,
3. Energía,
4. Medio Ambiente,
5. Tecnologías Industriales de fabricación,
6. Materiales,
7. Nanotecnología, y
8. Tecnologías de la Información, telecomunicaciones.

Las AERIS deberán integrarse por al menos 2 empresas y 2 entidades de investigación (IES o centros de Investigación), de manera adicional, podrán incorporarse personas morales o físicas con actividad empresarial interesadas, siempre y cuando guarden relación con el objeto de las AERIS.

En 2009, a través del programa AVANCE, se apoyó la inversión en ciencia, tecnología e innovación que realiza el sector privado, como se indica a continuación:

- ✓ Nuevos negocios: se apoyaron 20 proyectos con 73.8 millones de pesos.
- ✓ Fondo de emprendedores CONACYT-NAFIN; se dieron 12 apoyos por 63.1 millones de pesos.
- ✓ Paquetes tecnológicos; se formalizaron siete proyectos por 24.8 millones de pesos.
- ✓ Fondo de garantías; se autorizaron dos proyectos por 5.3 millones de pesos, para el otorgamiento de créditos.
- ✓ Alianzas estratégicas y redes de innovación para la competitividad; se apoyaron ocho proyectos por un monto de 12 millones de pesos.

Fuente: (CONACYT, Subdirección de operación de programas de innovación, 2010)

## **Programa de investigación científica con la conformación de las redes temáticas de investigación.**

Los trabajos para la conformación de las redes temáticas iniciaron con la emisión de la “Convocatoria para presentación de Ideas para la realización de megaproyectos de investigación científica o tecnológica 2006”, el comité técnico y de administración del fondo institucional, aprobó 81 propuestas, de las cuales, al cierre del proceso se apoyaron un total de 79 ideas para megaproyectos.

Tomando estas propuestas como base, hasta el 2007 se integraron una serie de líneas temáticas estratégicas, con el nombre de “Redes Temáticas CONACYT de Investigación”, que permitan brindar soluciones de alto impacto al desarrollo del país y al bienestar de su población.

Las 14 redes temáticas formadas son:

1. Agua
2. Biotecnología para la agricultura y la alimentación
3. Código de barras de la vida
4. Ecosistemas
5. Complejidad, ciencia y sociedad
6. Física de altas energías
7. Fuentes de energía
8. Modelos matemáticos y computacionales
- 9. Medio ambiente y sustentabilidad**
10. Nanociencias y nanotecnología
11. Desarrollo de fármacos y métodos diagnósticos
12. Pobreza y desarrollo urbano (condicionada)
13. Procesos industriales (condicionada)
14. tecnologías de la información y la comunicación

A través de las redes temáticas se orientan los esfuerzos para:

- ✓ Fortalecer la comunicación y el trabajo de la comunidad científica y tecnológica en áreas estratégicas por medio de la generación de sinergias entre los grupos.
- ✓ Fortalecer el trabajo en áreas estratégicas por medio de intensos intercambios, visitas y proyectos conjuntos de la comunidad científica nacional y su vinculación con la comunidad científica internacional.



- ✓ Establecer esquemas de vinculación de la ciencia en las áreas temáticas, con la aplicación práctica de los conocimientos para resolver problemas concretos de la sociedad mexicana en dichas áreas.
- ✓ Identificar las necesidades, fortalezas, debilidades y oportunidades en todo el país.
- ✓ Identificar las necesidades de infraestructura para la investigación.
- ✓ Contribuir a la formación de recursos humanos.
- ✓ Elaborar un proyecto nacional en cada área temática.

#### Resultados de las redes temáticas

Mediante las 14 redes temáticas se ha logrado reunir a 1483 investigadores con la distribución que se puede apreciar por zonas en la tabla 4

**Tabla 4**

**Investigadores en la República Mexicana**

<b>Zona Sur</b>	<b>200</b>
<b>Zona Centro</b>	<b>890</b>
<b>Zona Norte</b>	<b>348</b>
<b>Total</b>	<b>1483</b>

Fuente: CONACYT Dirección de redes temáticas de investigación (2009)

La red temática de medio ambiente cuenta con 150 investigadores de diversas universidades y centros de investigación.

En el 2010 se autorizaron 42 proyectos en la red de medio ambiente y se rechazaron 4

Las líneas temáticas de la red de medio ambiente son:

1. *Contribución al diseño de políticas públicas en materia de Medio Ambiente y Sustentabilidad, así como prácticas y tecnologías para proteger a la población de los efectos de deterioro ambiental.*
2. *Investigación y monitoreo sobre estructura y funcionamiento de ecosistemas marinos y terrestres tomando en cuenta las interacciones con las poblaciones humanas, incluyendo los sistemas urbanos.*
3. *Desarrollo tecnológico y diseño de estrategias que permitan mitigar el deterioro ambiental, restaurar áreas que han sido degradadas*
4. *Identificación de tecnologías sustentables para los sistemas productivos (agropecuarios o industriales), para ciudades y viviendas sustentables.*

5. *Investigación y utilización del germoplasma para la mejora de la calidad del ambiente y la sustentabilidad.*
6. *Investigación sobre aspectos teóricos y filosóficos sobre medio ambiente y sustentabilidad, así como comprender los daños ambientales en la salud humana.*

## 3.2 Instituto Politécnico Nacional

### Red de medio ambiente

En el IPN se estableció el Sistema Nacional de Redes de Grupos y Centros de Investigación en el 2007, con el objetivo de definir estrategias, articular acciones, formar grupos de trabajo, optimizar recursos y concentrar esfuerzos en áreas relevantes para el desarrollo nacional, creando las redes de nanociencia y micro-nanotecnología, biotecnología y medio ambiente.

**Tabla 5**  
**Redes de investigación y posgrado, IPN**

Red	Docentes	Docentes Adscritos al SNI	Temas de Investigación
Biotecnología	160	107	Biotecnología vegetal; Biotecnología ambiental y manejo sustentable de recursos
Computación	49	36	Ingeniería de Cómputo; Ciencias de la computación; Sistemas de información; Ingeniería de Software, y Disciplinas emergentes.
Medio ambiente	192	80	Recursos Naturales y biodiversidad; Sociedad y medio ambiente; Energía y medio ambiente; Salud y medio ambiente; Tecnología y medio ambiente, y Economía y medio ambiente
Nanociencia y Micro-Nanotecnología	98	75	Energía; Medio ambiente; Bioingeniería y biociencias; Electrónica y dispositivos; Materiales y biomateriales, y Educación
<b>Total</b>	<b>499</b>	<b>298</b>	

Fuente: Secretaría de Investigación y Posgrado, IPN 2009

Con la creación de las redes el IPN pretende promover la formación de recursos humanos de excelencia académica y profesional, así como la generación de conocimientos científicos de frontera y transformación en aplicaciones útiles a la sociedad, realizando investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico, para incrementar la competitividad e impulsar la innovación mediante la transferencia de conocimiento y tecnología.

**Tabla 6**

**Miembros del SNI red de medio ambiente, IPN**

<b>Niveles</b>	<b>Investigadores</b>
<b>Candidatos</b>	15
<b>Nivel I</b>	51
<b>Nivel II</b>	13
<b>Nivel III</b>	1
<b>Total</b>	80

Fuente: Coordinación de redes de investigación del IPN 2010

### 3.3 Centro de Ciencias de la Complejidad C3

La propuesta de organización del C3 (Centro de Ciencias de la Complejidad) corresponde a una forma diferente de realizar investigación científica en México y en la UNAM en particular. Representa un espacio diseñado para enfrentar problemas científicos de frontera y de carácter interdisciplinario, que tienen una gran importancia social y económica. La Universidad Nacional asumiría el liderazgo en una rama emergente de la ciencia, aprovechando la sinergia resultante de la interacción entre diferentes áreas del conocimiento. Actualmente colaboran agrupados en redes temáticas 50 académicos nacionales y estudiantes de 25 Instituciones de la UNAM y otras universidades como el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. El proyecto se inició formalmente en 2009, pero sus antecedentes directos datan desde la década de 1980 con los programas de sistemas complejos y el departamento de sistemas complejos del Instituto de Física de la UNAM. El C3 cuenta por el momento con cinco líneas principales de investigación: complejidad ecológica, inteligencia computacional, complejidad social, complejidad y biología celular, complejidad y salud pública.

### **Red de complejidad ecológica**

Los ecosistemas son por definición sistemas complejos y su estudio desde la perspectiva de la complejidad, es inmediata. Dentro de esta visión, tienen tres áreas de estudio:

- a. Biodiversidad:
- b. Enfermedades emergentes:
- c. Comportamiento colectivo social de animales:

El C3 se encuentra, por el momento, estructurado en un consejo académico coordinador y cinco coordinaciones temáticas: 1) *complejidad ecológica*, 2) *inteligencia computacional*, 3) *complejidad social*, 4) *Complejidad en biología celular*, 5) *Complejidad y salud pública*

### 3.4 Análisis FODA

A continuación se presenta un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), de las redes de conocimiento conformadas por el CONACYT, el IPN y el C3. La tabla presenta un análisis conjunto de las tres instituciones, destacando las similitudes y diferencias en las acciones realizadas para la conformación y gestión de las redes.

**Tabla 7**

**Análisis FODA de las redes de conocimiento: CONACYT, el IPN, y el C3**

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe preocupación por las tres instituciones analizadas de resolver el problema del medio ambiente</li> <li>• En las tres instituciones trabajan investigadores expertos en medio ambiente.</li> <li>• En las AERIS del CONACYT participan los tres actores universidad, empresa y gobierno</li> <li>• Las redes del CONACYT, el IPN y el C3 son interdisciplinarias</li> <li>• En la red del C3 y del CONACYT participan investigadores de diversas universidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer comunicación con redes internacionales más avanzadas en la temática de medio ambiente y sustentabilidad</li> <li>• Solicitar recursos económicos, tecnológicos y humanos a instituciones internacionales</li> <li>• Considerar las mejores prácticas de redes internacionales como modelo para México.</li> <li>• Generar innovación y desarrollo tecnológico para apoyar en la solución del desarrollo sustentable</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se genera poca innovación y desarrollo tecnológico de las redes de conocimiento de las tres instituciones analizadas</li> <li>• Los recursos económicos asignados a la línea de investigación en medio ambiente son insuficientes en las tres instituciones.</li> <li>• Las redes formadas por el IPN, el C3 y las redes temáticas del CONACYT están formadas exclusivamente por investigadores, dejando fuera a las empresas.</li> <li>• El IPN tiene una red cerrada exclusivamente pueden participar sus profesores de tiempo completo.</li> <li>• Existe poco interés de las empresas en participar en las redes de conocimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe una gran dependencia tecnológica de países desarrollados</li> <li>• Las redes de conocimiento internacionales tienen un desempeño efectivo en la generación de conocimiento y desarrollo tecnológico</li> <li>• Las redes temáticas funcionan en países avanzados y en México apenas se están conformando.</li> <li>• Las empresas utilizan tecnología de otros países.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

- Es insuficiente la inversión en I+D en México sólo se invierte el .47% del PIB, muy por debajo del promedio establecido por la OCDE de 2.26% en 2006.
- Debido a la baja inversión en I+D y a la falta de generación de innovación y desarrollo tecnológico en México, existe una excesiva dependencia tecnológica con otros países.
- Las redes temáticas de acuerdo con Albornoz et al. (2006), fueron propuestas por la UNESCO a partir de la década de 1950, implementándose en la década de 1980 y no fue hasta el 2007 que se iniciaron los trabajos en México para su conformación, lo cual representa un retraso significativo.
- Las políticas gubernamentales articuladas a través del CONACYT para la formación de redes de conocimiento y de innovación están logrando avances, pero falta mucho por hacer, para incrementar la capacidad científica, tecnológica y de formación de investigadores para resolver los grandes problemas nacionales y contribuir en el desarrollo del país en innovación y desarrollo tecnológico.
- Concentración de recursos financieros, tecnológicos, humanos en la zona centro del país, el resto del país se encuentra en desventaja para integrarse en un trabajo en red, es necesario fomentar la creación de redes temáticas y de innovación en toda la república mexicana, para fortalecer las zonas más desprotegidas del país.
- En el 2009 se incrementó la participación de actores en las redes temáticas de investigación del CONACYT, con 167 instituciones nacionales e internacionales y 1163 investigadores con respecto a 2008.
- El IPN tiene el acceso restringido a su red de medio ambiente exclusivamente a sus investigadores de tiempo completo, lo cual limita la participación de los maestros, así como la interacción con otras instituciones.
- Las redes de conocimiento formadas en el CONACYT, el IPN y el C3, son relativamente jóvenes por lo que en este momento es difícil evaluar su desempeño, será necesario esperar para obtener productos significativos de ellas.

- La línea de investigación de medio ambiente está considerada en las redes de las tres instituciones, dada la urgencia de resolver la problemática planteada en el país.

## Bibliografía

- [UN], N. U. (2010). *Objetivos de Desarrollo del Milenio. Avances en la sostenibilidad ambiental del desarrollo en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Albornoz, M. C. (2006). *REDES DE CONOCIMIENTO construcción, dinámica y gestión*. Argentina: RICYT y UNESCO.
- Albornoz, M. (2009). *EL ESTADO DE LA CIENCIA, Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos*. Argentina: CYTED.
- Brundtland, I. (1987). *Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas*. Naciones Unidas.
- Campos y Sánchez Daza. (2005). *La vinculación universitaria: Ese oscuro objeto del deseo*. . Recuperado el 18 de 11 de 2010, de Revista Electrónica de Investigación Educativa: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-campos.html>
- Casalet y Casas. (1997). *“Un Diagnóstico sobre la vinculación Universidad – Empresa”*. Conacyt –ANUIES. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Casas, R. (2003). *“La información y el conocimiento innovador en las sociedades actuales”*. México: Instituto de Investigaciones Sociales. UNAM. .
- Casas, R. (2001). *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*. México: Anthropos.
- Corona, L. y. (2005). *Enfoques y características de la sociedad del conocimiento. Evolución y perspectivas para México”, en Sánchez Daza, Germán coordinador, Innovación en la sociedad del conocimiento*. México: Benemerita Universidad Autónoma de Puebla.
- Corona, L., & Jasso, J. (2005). *“Enfoques y características de la sociedad del conocimiento. Evolución y perspectivas para México”*. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Delen, V. (1992). *Manual de Técnicas de Investigación educativa*. México.
- Diez, M.-A. (2002). Evaluating New Regional Polices. Reviewing the Teory and Practice. *SAGE Publications* , Volumen 8 No. 3 pags. 285-305.
- Etzkowitz & Leydesdorff. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy* , 109-123.
- Etzkowitz, H. (2005). *Triple Helix: A New Model of Innovation*. Suecia.
- Faloh, B. (2002). *Gestión del conocimiento: concepto, aplicaciones y experiencias. La Habana : Empresa de la Gestión del Conocimiento y La Tecnología*. Cuba.
- (2008). *Informe General del estado de la Ciencia y la Tecnología*. México: CONACYT.
- Lara, J. d. (2008). *Redes de conocimiento y su desempeño. Estudios de caso en el noroeste de México*. México: Plaza y Valdés, S. A. de C.V.

- Lladó, M. (2004). *Redes de conocimiento peer-to-peer para la gestión de destinos turísticos: un caso de estudio en las islas Baleares*. Recuperado el 02 de 05 de 2010 , de [http://www.ibit.org/dades/doc/522\\_es.pdf](http://www.ibit.org/dades/doc/522_es.pdf)
- Lopera, H. (2000). *Integración de redes de conocimiento: una responsabilidad de la biblioteca universitaria*. Recuperado el 30 de 04 de 2010, de [http://64.233.187.104/search?q=cache:s\\_MVD1pOVNoJ:eprints.rclis.org/archive/00003636/01/lopera.pdf+%22Integraci%C3%B3n+d](http://64.233.187.104/search?q=cache:s_MVD1pOVNoJ:eprints.rclis.org/archive/00003636/01/lopera.pdf+%22Integraci%C3%B3n+d)
- Luna, M. (2003). *Itinerarios del conocimiento formas dinámicas y contenido. Un enfoque de redes*. México: Anthropos.
- Maturana, R. A. (1 de 04 de 2002). *Revisited No. 2, enero-abril, 2002*. Recuperado el 01 de 11 de 2010, de Consultado en Google – Penelope Revisited – No.1: [www.oei.es/revistactsi/numero2/maturana.htm-176k](http://www.oei.es/revistactsi/numero2/maturana.htm-176k)
- Mexicanos, G. d. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*. México.: Presidencia de la República.
- Naciones Unidas. (2010). *Avances en la sostenibilidad ambiental del desarrollo en América Latina y el Caribe. Objetivos de Desarrollo del Milenio* (pág. 20). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- OCDE. (2008). *Panorama de la Educación Indicadores de la OCDE.*, (pág. 23).
- Sancho, R. (2004). DIRECTRICES DE LA OCDE PARA LA OBTENCIÓN DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. *Revista Española de Documentación Científica.* , p.842-865.
- Sanguino, R. (2003). *La gestión del conocimiento. Su importancia como recurso estratégico para la organización*. Recuperado el 25 de 04 de 2010, de <http://www.5campus.org/leccion/km>
- Takehuchi, I. N. (1995). *The Knowledge-Creating Company*. EEUU: Oxford University Press.
- The Natural Conservancy, C. I. (2009). *Curso Introductorio sobre la Reducción de las Emisiones de la Deforestación y Degradación (REDD)*.
- Uzzi, E. H. (1996). *knowledge based economic and social development: the Tripli Helix of regional cooperation among universities, industry and goverment*. USA: Universidad Estatal de Nueva York.
- Van Der Beg, R. (2005). *Results Evaluation and Impact Assessment in Devolpment Co operation.* . SAGE Publications , Vol. 11(1): 27-36.
- Varela, G. (1999). “Los patrones de vinculación universidad-empresas en Estados Unidos y Canadá y sus implicaciones para América Latina”. En Casas Rosalba y Matilde Luna (coordinadoras), *Gobierno, academia y empresas en México: hacia una nueva configuración de relaciones*. México: Plaza y Valdés e Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM.
- Vera Smith, F. (2010). *Efectividad de la vinculación universidad-industria-gobierno en el cluster automotriz del estado de Puebla*. México, D.F.: UNAM.
- Yoguel G, y. F. (2003). *Desarrollo de redes de conocimiento. Estudios sobre empleo*. Recuperado el 05 de 05 de 2010, de [http://www.mecon.gov.ar/crecimiento/5\\_estudios/2\\_empleo/d\\_desarrollo\\_redes\\_conocimiento.pdf](http://www.mecon.gov.ar/crecimiento/5_estudios/2_empleo/d_desarrollo_redes_conocimiento.pdf)