

El sistema nacional de innovación de México. Una comparación con España y Estados Unidos de América

Mexico's national innovation system. A comparative analysis with Spain and the United States

Recibido: 8 de junio del 2016
Aceptado: 7 de noviembre del 2017
Publicado: 10 de abril del 2018

Karla S. Trejo Berumen*, Alba E. Gámez**, Fernando Conesa Cegarra***, Manuel Ángeles Villa**, Antonina Ivanova Boncheva**, Luis Felipe Beltrán Morales*^o

Cómo citar:

Trejo Berumen, K. S., Gámez, A. E., Conesa Cegarra, F., Ángeles Villa, M., Ivanova Boncheva, A., & Beltrán Morales, L. (2018). El sistema nacional de innovación de México. Una comparación con España y Estados Unidos de América. *Acta Universitaria*, 28(1), 87-98. doi: 10.15174/au.2018.1430

* Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al Sur KM 5.5, Apartado Postal 19-B, La Paz Baja California Sur, México, C.P. 23080/Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, B.C.S., México, C.P. 23096. Correo electrónico: lbeltran04@cibnor.mx

** Universidad Autónoma de Baja California Sur.

***Universidad Politécnica de Valencia.

^o Autor de correspondencia.

Palabras Clave:

Innovación; políticas; sistemas; tecnología.

Keywords:

Innovation; policy; system; technology.

RESUMEN

En este artículo se presenta un análisis de los sistemas nacionales de innovación de México, España y Estados Unidos de América, empleando la metodología de análisis de entorno y de sistemas nacionales de innovación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico a efecto de estudiar las diferencias y similitudes de los tres países e identificar sus fortalezas y debilidades. El propósito es identificar los distintos niveles de maduración de los sistemas nacionales de innovación de países con diferentes niveles de desarrollo económico, que puedan servir de experiencia al caso mexicano para corregir o impulsar las actuales políticas públicas de innovación. Un sistema nacional de innovación articulado, equilibrado y con empresas con capacidad de absorción tecnológica promueve el crecimiento económico de un país, aunque es necesario un enfoque de inclusión social para reflejar sus resultados en desarrollo.

ABSTRACT

This paper presents an analysis of the national innovation systems of Mexico, Spain and the United States, using the Organization for Economic Cooperation and Development's methodology on this subject, in order to study the differences and similarities of the three countries and to identify their strengths and weaknesses. The purpose is to recognize the different maturation levels of the national innovation systems of countries with different levels of economic development, that can be used as experience for the Mexican case to correct or promote current public innovation policies and clarify their path in this area. An articulated, balanced national innovation system, with firms which possess a high technological absorption capacity, can promote the economic and social growth of a country.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años, las actividades de innovación tecnológica en productos y procesos han sido impulsadas en México desde la política pública a través de la construcción y fortalecimiento de un Sistema Nacional de Innovación (SNI) que busca dinamizar la colaboración industria-academia-gobierno. Estos cambios están fuertemente relacionados con la idea de que la causa principal de la diferencia de nivel de desarrollo entre países es ocasionada por las diferencias tecnológicas (Fagerberg & Srholec, 2008).

En este artículo se presenta una caracterización de los sistemas nacionales de innovación de México, España y de Estados Unidos de América para reconocer sus experiencias en políticas de innovación a fin de corregir o impulsar las actuales políticas públicas de innovación en México y esclarecer su camino en ciencia, tecnología e innovación para reducir la curva de aprendizaje en la materia.

Aunque los países seleccionados difieren en su nivel de desarrollo, existen convergencias que hacen útil el análisis al caso mexicano. Por un lado, además de una semejanza cultural y lazos históricos compartidos con México, España está integrada al Programa Marco, ahora Horizonte 2020, del Área de Investigación Europea (por su acrónimo en inglés, ERA). El objetivo de ERA es mejorar la competitividad mediante el financiamiento de actividades de investigación, desarrollo tecnológico, demostración e innovación en régimen de colaboración transnacional entre empresas e instituciones de investigación de los miembros de la Unión Europea y terceros países, como el caso de México. Esto permite la interconexión entre sus Sistemas Nacionales de Innovación. Por otro lado, Estados Unidos de América tiene una enorme influencia sobre las políticas mexicanas. El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (Canadá, Estados Unidos y México) establece reglas sobre el intercambio comercial de bienes y servicios entre los tres países que inciden en las instituciones y prácticas de crecimiento económico e innovación mexicanas. Al ser un proceso de integración diferente al europeo occidental, este contraste permitirá replantear la Política de Innovación (PI) existente en México o impulsar nuevas estrategias en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Lundvall & Johnson (1994) describen dos situaciones del sistema nacional de innovación: primero, conciben las innovaciones como un proceso social e interactivo en un entorno social específico y sistémico y, segundo, los autores integran el término nacional al considerar al Estado-nación como creador de entornos sociales y económicos propicios para los procesos de innovación, dado que las políticas económicas en innovación se generan, en gran medida, dentro de cada país. Así, no es de sorprender que los sistemas nacionales de innovación más

maduros se encuentren mayormente en las economías desarrolladas. Atendiendo a que el desarrollo económico e industrial de éxito suele asociarse a las capacidades de adquirir y absorber tecnología modernas, mientras que los países en desarrollo enfrentan la tarea de "ponerse al día" (Feison, 2003).

Alrededor de cinco años después de que el término "sistema nacional de innovación" fuera introducido en la literatura, Cooke (1992) hizo una importante contribución al concepto desde la óptica de la territorialidad y el reconocimiento de la relevancia de la proximidad de los componentes para la efectividad de un sistema; esto derivó en el concepto de *Sistema Regional de Innovación*. Desde esta perspectiva, destacan las sinergias entre sector industrial, académico, políticas públicas y el impacto económico de una región como agentes claves para la competencia y bienestar de las economías. De esta forma, al atender en lo regional/local, se cubren huecos que desde lo nacional no se lograba.

Una región-localidad tiene valor no solo por sus recursos naturales, sino por las capacidades que esta pueda desarrollar; una región existe si y solo si todos los componentes del sistema se encuentran interrelacionados e inmersos en un proceso de aprendizaje interactivo (Molina, 2010). Lo anterior da lugar a la construcción de un nuevo regionalismo, que es el interés por la formación de redes de aglomeración urbana e industrial creando "clústeres" para la promoción de la creatividad e innovación en economías regionales. A esta estructura interna se le denomina ciudad-región global, que está interconectado por el flujo de personas, bienes, inversiones, ideas. Tal concepto complementa el de Sistemas Regionales/Locales de Innovación, pues en esencia está directamente vinculado con el resurgir de las regiones en el contexto de la globalización y el impacto de esta en el nivel de zona o región/localidad (Soja, 2005).

Para Villavicencio & Arvanitis (1994), la tecnología va más allá de objetos y técnicas, es decir, la tecnología es una acumulación de información y conocimientos que se obtienen dentro del proceso de desarrollo de ciencia y la técnica, así como de experiencias de aprendizaje de carácter individual o en grupo. O'Keefe & Marx (1986) encuentran que la transferencia de tecnología debe ser práctica y la definen como un sistema que mueve la información desarrollada en un laboratorio hacia un usuario en campo.

Como señalan Aboites & Soria (2008), la transferencia de conocimiento es importante para la fortaleza de las capacidades tecnológicas. La asimilación del conocimiento tecnológico es diferente en cada empresa, región o país, debido a las capacidades tecnológicas de cada cual, ya que dependiendo del capital humano, infraestructura tecnológica y capacidad de aprendizaje, entre otros, se estará

en condiciones de pasar de un estado de asimilador a productor de nuevo conocimiento. Para que la transferencia de tecnología se vuelva exitosa son necesarias la colaboración y cooperación entre investigadores y profesionales.

En el contexto europeo, la [Comisión Europea \(2016\)](#) según su estrategia de crecimiento inteligente, sostenible e integrador considera que la innovación social es un factor clave para la cohesión social y la reducción de la pobreza. A diferencia de la innovación tecnológica, en la que el éxito está medido con relación a la rentabilidad de la empresa, en la innovación social se proponen cambios de paradigmas, nuevas relaciones e interrelaciones de comunicación donde el beneficio se va permeando desde la base de una sociedad. Así, pese a la existencia de diferentes definiciones de innovación social, todas convergen en lo colectivo: en que en última instancia el beneficio va dirigido a la sociedad o grupos sociales ([Alonso, González & Nieto, 2015](#)).

En este trabajo, se estudian los sistemas nacionales de innovación mediante el análisis complementario de dos metodologías: la de análisis de entornos ([Conesa, 1997](#)), que es más descriptiva, y la de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico ([OECD, 2014](#)), que es del tipo posicionamiento. Con ello se contribuye al análisis del sistema nacional de innovación de México desde una perspectiva amplia, midiendo la articulación de sus componentes, identificando su nivel de equilibrio y detectando su capacidad de absorción tecnológica en comparación con España y Estados Unidos de América.

Lo anterior destaca la importancia de los aspectos institucionales para fomentar las interacciones entre la generación de conocimiento, el avance tecnológico, la transformación productiva y la incorporación de nuevos productos, procesos y procedimientos a las actividades productivas y de servicio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre los métodos más comúnmente utilizados para analizar los Sistemas Nacionales y/o Regionales de Innovación son los de [Conesa \(1997\)](#), [OECD \(2014\)](#) y [Schrolec \(2010; 2011\)](#). [Schrolec \(2010; 2011\)](#) indica que la innovación debe ser modelada como un fenómeno multinivel, no solo porque cada empresa tiene características o capacidades individuales distintas, sino también porque el ambiente o el contexto dentro de ellas importa para el éxito del proceso innovador. Schrolec ha utilizado el modelo de varios niveles para analizar los Sistemas de Innovación desde una perspectiva microeconómica (Empresa-Región) y una macroeconómica (Empresa-Nación) comprobando que un sistema nacional/regional de innovación influye en una empresa para innovar, de ahí que en la aplicación del mo-

delo emplea y cruza la información de algunos criterios desde el contexto interno de la empresa y su entorno. Sobre la aplicación del método multinivel, Schrolec concluye que aunque el suyo es un modelo interesante para los análisis de sistemas de innovación (regional o nacional) es poco utilizado porque su estructura es tan complicada como se haga de robusta la pregunta de investigación, pues es muy exigente tanto en escala, alcance, obtención y calidad de datos.

Debido a esa complejidad en la utilización del modelo multinivel para caracterizar los sistemas nacionales de innovación de tres países distintos, en este trabajo se optó por una metodología que permitiera presentar información homogénea y disponible. Así, se emplearon dos metodologías complementarias: la de análisis de entornos ([Conesa, 1997](#)), que es más descriptiva, y la de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico ([OECD, 2014](#)), que es del tipo posicionamiento o *ranking*. Por un lado, la metodología de la OECD provee una estructura estándar para describir un sistema nacional de innovación y para visualizar el panorama general de la política de innovación de dichos países; ubicando el país de estudio en un contexto internacional a través de cinco elementos: fortalezas y debilidades; composición estructural del gasto empresarial en investigación y desarrollo; ventaja tecnológica en áreas tecnológicas seleccionadas; asignación de fondos públicos a la investigación y desarrollo, por sectores, el tipo y modo de financiamiento; y los instrumentos más destacados de la financiación pública en I+D, ver tabla 1.

De la OECD se obtuvieron los datos para contrastar el desempeño de México, España y Estados Unidos de América, mismos que fueron normalizados y el valor de los países fue comparado con el valor de la mediana observada. Los indicadores se muestran en una escala común de 0 a 200 (siendo 0 el valor más bajo de la OECD, 100 el valor de la mediana y 200 el más alto). Cuando los datos no estuvieron disponibles, la posición del país no figuró en el gráfico.

Por otro lado, el empleo de la metodología de entornos parte de un análisis del contexto internacional donde se evidencia la posición de México, España y Estados Unidos de América en relación con las economías más sobresalientes en distintos entornos como: nivel de desarrollo, tamaño del sistema, entorno científico, articulación, nivel emprendedor, capacidad de absorción, entorno tecnológico. En las secciones siguientes se describe de forma general la tendencia global en términos de innovación de acuerdo a la [OCDE \(2014\)](#) para contextualizar las posiciones de los casos de estudio. Después, se muestra gráficamente la posición de cada país motivo de estudio en comparación con las economías mejor posicionadas. Finalmente, se evidencian los aprendizajes que pueden ser asimilados para el caso mexicano.

Tabla 1 Metodología para el Análisis de Sistemas Nacionales de Innovación

Elemento	Descripción
Panel 1. Fortalezas y debilidades	Muestra las fuerzas y debilidades en diferentes áreas del país, medido por un conjunto de indicadores que describen las aptitudes y capacidad de la ciencia básica y el sector empresarial para innovar así como las condiciones para el emprendimiento.
Panel 2. Composición estructural del gasto empresarial en investigación y desarrollo	Refleja la composición estructural del gasto empresarial en investigación y desarrollo y afecta las perspectivas de crecimiento del sistema de investigación de las empresas. Los grupos sectoriales son la industria (minería, manufactura y servicios públicos), industrias manufactureras no basadas en recursos naturales, industrias primarias y basadas en recursos naturales, servicios de bajo conocimiento, servicios de mercado de alto conocimiento, manufactura de media a baja tecnología, manufactura de alta tecnología, empresas grandes, Pymes, empresas nacionales hacia el exterior, filiales extranjeras, servicios. las pequeñas y medianas empresas juegan un papel importante en los sistemas nacionales de innovación. La OCDE define a este grupo como aquellas empresas que tengan poco menos de 250 empleados, y a las empresas grandes como aquellas que tienen 250 empleados y más.
Panel 3. Ventaja tecnológica en áreas tecnológicas seleccionadas	Se define como las patentes de un país en campos de tecnologías en particular, divididas por la participación del país en todos los campos de patentes. Sólo se incluyen las economías con más de 250 patentes durante el periodo revisado. Los datos se han extraído de la base de datos de la OCDE de Patentes.
Panel 4. Asignación de fondos públicos a la investigación y desarrollo, por sectores, el tipo y modo de financiamiento	Se evidencia el equilibrio entre la investigación y desarrollo realizado por las universidades y la investigación y desarrollo realizado por los centros públicos de investigación y desarrollo como porcentaje del total de gasto público en I+D. Se cree que el equilibrio óptimo de apoyo directo e indirecto de I+D varía de un país a otro, ya que cada país atiende fallas del mercado diferentes y estimula diferentes tipos de investigación y desarrollo. La gran parte de la inversión pública en I+D se dirige a las universidades y los institutos de investigación públicos, sin embargo, en los últimos 5 años se ha incrementado el apoyo público a la I+D empresarial.
Panel 5. Diversas medidas gubernamentales dirigidas a apoyar la I+D e innovación empresarial.	Evidencia el equilibrio e importancia de las diversas medidas gubernamentales para apoyar la I+D y la innovación empresarial, y se divide en financiamiento directo e indirecto. El directo se refiere a los apoyos financieros que ofrece el gobierno a las empresas mediante una variedad de subvenciones competitivas, anticipos reembolsables, mecanismos de financiación de la deuda. Los programas de consultoría y extensión tecnológica, si bien no son un instrumento de financiación en sí, ayudan a las empresas a acceder a la experiencia, el conocimiento y la tecnología a un costo bajo o sin costo alguno. Los cupones de innovación cuyo valor nominal varía de un país a otro se conceden a las empresas para la adquisición de servicios de conocimientos de universidades y proveedores públicos de investigación y educación. El financiamiento indirecto, se refiere a los incentivos fiscales aplicables a los diferentes regímenes fiscales, incluidos los impuestos sobre la renta de las personas físicas y las personas, también se utilizan ampliamente para fomentar las inversiones privadas en I + D y la explotación de activos de propiedad intelectual, atraer a los inversionistas y aprovechar las finanzas iniciales. Multinacionales. Se hace una distinción entre las exenciones fiscales que se conceden sobre la base de los gastos incurridos en actividades de I + D e innovación (basadas en el gasto) y las exenciones fiscales que se conceden sobre las ganancias de las actividades innovadoras.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con Conesa (1997), un sistema nacional de innovación debe ser analizado desde el punto de vista del modelo interactivo de innovación propuesto por Klíne & Rosenberg (1986), que permite identificar sus fortalezas y debilidades y proponer estrategias para corregir o impulsar nuevas políticas que mejoren el sistema. El modelo interactivo del proceso de innovación pone de manifiesto la relevancia de las relaciones e interrelaciones entre los diferentes entornos (como el sector académico, productivo, financiero, e institucional, entre otros).

Esta metodología facilita la comprensión del sistema nacional de innovación mediante indicadores que miden: el tamaño del sistema, si es grande o pequeño tomando como principal indicador el Gasto en I+D (GIDE) en relación al Producto Interno Bruto (PIB); la fortaleza, refiriéndose a si el sistema es débil o fuerte en relación con el entorno científico que será la base del conocimiento; el equilibrio del sistema tomando el balance entre la inversión del sector público y la del privado en investigación y desarrollo; el nivel de articulación como un indicador que mide los flujos entre los distintos agentes con los diferentes entornos; la capacidad de absorción que representa

el potencial de las empresas para incorporar conocimientos teóricos y prácticos a sus procesos de producción en aquellas tecnologías desarrolladas por otros.

El dinamismo innovador de los países es atribuido principalmente a la solidez de sus instituciones y al acceso que la población tiene a ellas. En países con instituciones débiles o extractivas no hay una certidumbre para la inversión en innovación (Acemoglu & Robinson, 2012). Así, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en México ha promovido intensamente la vinculación industria, gobierno y empresa para fomentar la innovación mediante programas que estimulan a la iniciativa privada a invertir. Aunque dichos esfuerzos son sustanciales para mejorar una economía en estado emergente, es solo en comparación con grandes economías donde se puede percibir la tendencia del esfuerzo. La comparación radica en ubicar el dato más alto de los países miembros de la OECD en ciertos indicadores antes mencionados y analizar a México, España y Estados Unidos de América respecto a dicha economía sobresaliente. El resultado se muestra en la figura 1. La comparación radica en ubicar el dato más alto de los países miembros de la OECD en ciertos indicadores antes mencionados y analizar a México, España y Estados Unidos de América respecto a dicha economía sobresaliente. Los indicadores a considerar son:

- 1) Nivel de desarrollo medido por el PIB per cápita (USD\$) donde destaca Luxemburgo con \$91 284 USD. En este sentido, Estados Unidos de América representa tan solo poco más de la mitad con \$49 922 USD respecto a Luxemburgo, España una tercera parte con \$29 289 USD y México una octava parte de lo que ofrece Luxemburgo con \$10 247 USD.
- 2) Tamaño del sistema, medido por la relación que existe entre el gasto en investigación y desarrollo (GIDE) respecto al PIB. Israel sobresale con una inversión de 4.1% del GIDE, Estados Unidos de América con una inversión de 2.77%, España 1.32%, y México 0.43%. Este indicador muestra el compromiso del país medido por la inversión de las economías para la generación de conocimiento y desarrollo tecnológico.
- 3) Entorno científico como indicador que se mide mediante la relación entre el número de investigadores por cada millón de habitantes. Finlandia es la economía que destaca con 7424 investigadores por cada millón de habitantes, mientras que Estados Unidos de América registra 3992; España 2785; y México 394, que no representa siquiera 10% del de Finlandia.
- 4) Articulación entendida como porcentaje del Gasto en Investigación y Desarrollo (GIDE) del sector público financiado por la industria. Japón encabeza este indicador con 76% que es financiado por su industria,

en Estados Unidos de América representa 58%, en España 44% y en México 36%. Esto evidencia la falta de capacidad de absorción.

- 5) Emprendimiento, medido por el capital de riesgo en relación al porcentaje del PIB. En este indicador Israel es la economía líder con 0.36%, Estados Unidos de América tan solo muestra 0.17%, mientras que España y México coinciden con 0.01%. Estos últimos países enmarcan la falta de espíritu emprendedor por parte de su población, siendo esta una condición muy importante para un Sistema Nacional de Innovación (SNI).
- 6) Equilibrio / Capacidad de Absorción, que mide el porcentaje del GIDE ejecutado por empresas en relación al porcentaje del PIB. Israel sobresale en este indicador con el 3.5%, Estados Unidos de América con 1.9%, España con 0.69%, México 0.17%; evidentemente, Israel por ser una economía altamente emprendedora es de esperarse que las empresas israelíes tengan mayor capacidad de absorber la tecnología, es decir, que las empresas puedan implementar las tecnologías en sus procesos productivos.
- 7) Entorno Tecnológico, medido por la manufactura de alta tecnología en relación al porcentaje del gasto en I+D empresarial, donde Corea sobresale con 53% que en comparación con Estados Unidos de América son siete puntos porcentuales menos (46%), con España 32% menos (20%) y con México 34% menos (19%).

Cabe mencionar que los esfuerzos encaminados por México, España y Estados Unidos de América para transitar hacia la construcción de sus Sistemas Nacionales de Innovación han sido influidos por su contexto histórico, político y económico. A continuación se describen brevemente para entender mejor los resultados de la presente investigación.

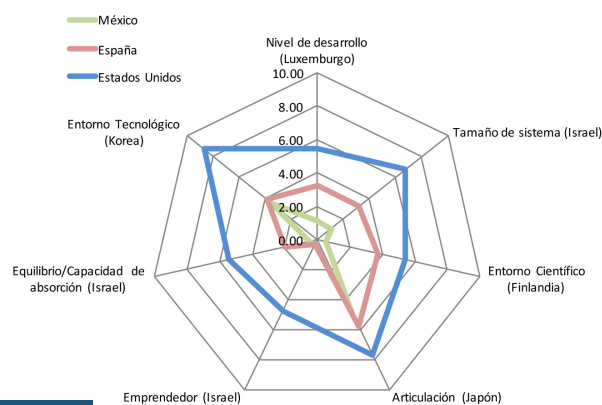


Figura 1

Comparación del Sistema Nacional de Innovación de México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

El caso de Estados Unidos de América

En los años sesenta y setenta el conocimiento científico en este país estaba más enfocado a las actividades económicas: las innovaciones presentaban avances en biología molecular en el primer caso, las tecnologías de la industria farmacéutica y agricultura se hacían notar en la segunda década. Posteriormente, surgieron avances en materiales; el desarrollo de semiconductores y lo relacionado con las tecnologías de la información comenzó a tener auge a finales del siglo XX y principios del nuevo milenio, lo cual detonó la revolución de las tecnologías de la información.

Sin embargo, durante la década de los setenta la mayoría de los sectores productivos en Estados Unidos de América enfrentaban principalmente cinco retos (Block & Keller, 2009):

- La competencia de diferentes firmas extranjeras, principalmente Japón en la industria automotriz.
- Políticas gubernamentales que eliminaran las barreras a la competencia arraigadas por grandes compañías.
- El impacto de la informática que con el tiempo la competencia fue creciente.
- Los cambios en el gusto del consumidor, en lugar de productos estandarizados se disolvían los mercados en pequeñas masas, con gustos diferentes.
- Cambios dentro de los mercados financieros, en los que las grandes corporaciones presionaban por tener rendimientos a corto plazo.

El desarrollo de tecnologías implicó la interrelación de grupos de conocimiento multidisciplinario. Además, significó identificar y crear un sistema alrededor de la innovación que construye un ambiente idóneo para este proceso, particularmente por el reconocimiento cada vez mayor de las contribuciones al bienestar económico nacional de un rendimiento superior en la comercialización y la adopción de nuevas tecnologías (Mowery, 1994).

Durante la década de los ochenta, en Estados Unidos de América la transferencia de tecnología tuvo mayor relevancia en las universidades y en sus estudiantes. Se crea entonces la Ley Bayh-Dole que establece una política de patentamiento de carácter federal que alienta a las universidades a proteger el título de sus invenciones aun cuando hubieran sido desarrolladas a través de recursos gubernamentales (Song & Balamuralikrishna, 2001).

El caso de España

La Guerra Civil (1936 a 1939) y la segunda Guerra Mundial dejaron a España empobrecida y aislada del resto del

mundo, enfrentando el reto de lograr su estabilización política y social y de conseguir un desempeño de una economía eficiente, abierta y competitiva (Preston, 2011; Dehesa, 2003). En 1986, el país fue formalmente admitido en la Comunidad Europea, integración que le ha resultado favorable a desarrollo tecnológico y crecimiento económico (Solleiro & Castañón, 2005). Así, España se orientó a conseguir un mayor y mejor clima entre los diferentes elementos del sistema; es decir, por un lado, buscó la optimización rentable de las actividades de investigación, no solamente en lo científico sino también en lo socioeconómico; y, por otro, fomentó la colaboración de las empresas con los centros de investigación para desarrollar en conjunto proyectos de Investigación y Desarrollo en busca de un mayor crecimiento económico de España (Conesa, 1997).

El caso de México

En la década de 1980, mientras Estados Unidos de América y España estaban inmersos en el tema de la innovación y transferencia de tecnología, México se encontraba en una situación política y económica desfavorable en el contexto de una apertura comercial excesiva y acelerada, crisis económica y estancamiento del mercado interno, en el que la falta de financiamiento adecuado a la inversión y la innovación no estimulaban la investigación y desarrollo tecnológico. Como resultado, se estimaba un retraso de aproximadamente 20 años respecto a economías como Estados Unidos de América y España (Solleiro; Castañón, Luna, Herrera & Montiel, 2006).

El proceso de integración entre academia, gobierno y sector productivo en México no ha sido el más formal y ha tenido avances lentos en el contexto globalizado. En 2001, el Programa Especial de Ciencia y Tecnología establece como objetivo el fortalecimiento de la investigación científica y la innovación tecnológica, consideradas tareas imprescindibles para apoyar el desarrollo del país y para competir en un entorno cada vez más dominado por el conocimiento y la información. Clave en ello es la utilización del acervo de conocimientos y de personal altamente calificado y orientarlo a la solución de los problemas de la población en campos vitales como la salud, la alimentación, la educación, la infraestructura urbana y rural, el agua, los bosques, la energía, el transporte, las telecomunicaciones y los servicios en general (Cámara de Diputados, 2016).

En junio de 2009, la Ley de Ciencia y Tecnología en México tuvo cambios significativos y prometedores para el impulso del crecimiento económico del país. La Ley estableció que los centros públicos de investigación han de promover, en conjunto con los sectores público y privado,

la conformación de asociaciones estratégicas, alianzas tecnológicas, consorcios, unidades de vinculación y transferencia de conocimiento, empresas privadas de base tecnológica, y redes regionales de innovación. Además, permite una participación tanto del cuerpo académico de investigación y de los centros públicos, como de accionistas en la creación de empresas y regalías en los casos de licenciamiento (Conacyt, 2011).

En ese contexto, es crucial identificar el potencial de conocimiento de los investigadores mexicanos que inicie la relación entre la investigación, empresa y gobierno: el modelo triple hélice (Castillo, 2010). Este refleja el proceso intelectual para valorar el avance de la relación entre estos tres ejes y su intervención en los procesos económicos y sociales de un país (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997). Para México, de acuerdo con Lizardi, Banquero & Hernández (2008) el reto es configurar un modelo propio que atienda la necesidad de abrirse al mundo pero que también compense las carencias que carga un país en desarrollo como México.

Hacia una caracterización de los sistemas nacionales de innovación de Estados Unidos, España y México

A continuación se caracterizan los sistemas nacionales de innovación de México, España y Estados Unidos de América, siguiendo la metodología de paneles que se indicó anteriormente.

En el panel 1 se evalúan las competencias y capacidad para innovar midiendo la posición de las universidades e investigación básica a través de la comparación del gasto público en I+D+i con relación al PIB, la relación del PIB con las universidades que pertenecen al top 500, el número de publicaciones en revistas top (figura 2) y el gasto de I+D+i de las empresas. En la figura 3 se muestran los indicadores como registro de marcas, patentes, top de 500 inversores empresariales en I+D+i y el gasto de las empresas en I+D+i con relación al PIB. El emprendimiento innovador se obtuvo comparando el capital de riesgo y patentamiento joven con relación a su PIB; la facilidad de emprendimiento se observa en la figura 4.

Como puede observarse, España sobresale en publicaciones y su gasto público en I+D+i es mayor que el de México, pero ligeramente menor que el de Estados Unidos de América; algunas de sus universidades califican en el top 500 de universidades.

México tiene una escasa o casi nula capacidad para innovar, puesto que sus indicadores están muy por debajo de la mediana, como se aprecia en la figura 4. En razón de esa carencia, el gobierno mexicano explicó la reestructuración de la legislación, como la reforma a la Ley de Educación en tanto plataforma para la innovación.

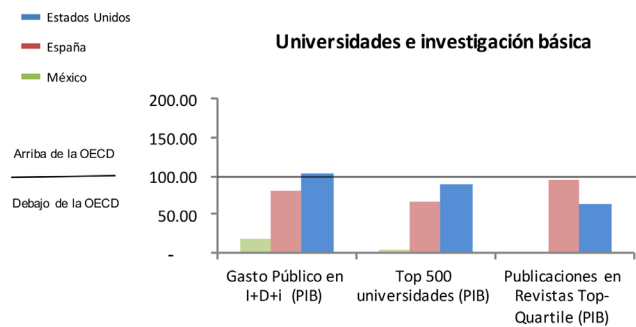


Figura 2

Capacidad para Innovar, Universidades e Investigación Básica en México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

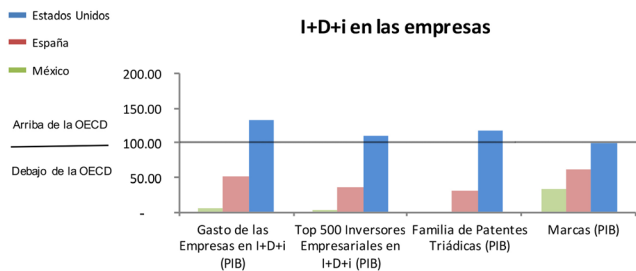


Figura 3

Capacidad para Innovar, I+D+i en las empresas en México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

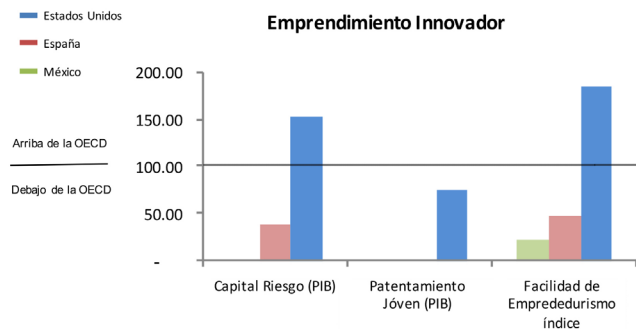


Figura 4

Capacidad Para Innovar, Emprendimiento Innovador en México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

Para evaluar las interacciones y habilidades para la innovación se contemplaron tres apartados: 1) Tecnologías de la Información y Comunicación e Infraestructura de Internet (TIC) comparando indicadores como inversión en TIC en relación con el PIB, suscriptores de banda ancha fija e inalámbrica respecto a su población, y disposición de gobierno electrónico (figura 5); 2) Redes clústeres y transferencia comparando los indicadores de gasto público de I+D+i financiado por la industria respecto al PIB, patentes presentadas por universidades y organismos públicos de investigación, y coautoría internacional y coinversión internacional (figura 6); 3) Habilidades para la innovación con indicadores como gasto en educación terciaria con relación al PIB, porcentaje de la población adulta a nivel de educación terciaria, porcentaje de adultos relacionados con la solución de problemas tecnológicos y porcentaje de personas mayores de quince años en dedicados a la ciencia, tasa de doctorados graduados en ciencia e ingeniería (figura 7).

Estados Unidos de América sobresale en la mayoría de los indicadores más que la mediana de los países de la OECD, principalmente en tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Enseguida, el mayor esfuerzo de ese país se refleja en la educación cuyo gasto en el nivel terciario rebasa la mediana, llegando casi al límite superior. Sin embargo, Estados Unidos de América marca un área de oportunidad en la co-inversión y coautoría internacional, aspectos en los que se encuentra por debajo de la mediana, incluso respecto a México y España.

Por otro lado, España se mantiene casi a niveles de la mediana en TIC, sobresaliendo en el gasto público de I+D+i financiado por la industria y manteniendo niveles similares a los de Estados Unidos en patentes presentadas por universidades y organismos públicos de investigación, así como en la tasa de graduados de doctorado en ciencias e ingeniería. Por su parte, México muestra niveles muy por debajo de la mediana, destacando solamente en tres indicadores: co-inversión internacional, gasto en educación terciaria, coautoría. Pese a ello, estos indicadores se encuentran por debajo de la mediana, lo que hace evidente la necesidad de repensar las políticas para hacerlas más efectivas en materia de innovación.

En el panel 2 se analiza la estructura de la industria y esfuerzo empresarial como porcentaje del total o subpartes del gasto de la empresa en I+D. La figura 8 muestra la posición actual de la industria y sugiere su tendencia: México tiene una industria fuertemente ubicada en minería, manufactura y servicios públicos, industrias manufactureras no basadas en recursos naturales, servicios y manufactura de mediana a baja tecnología. La situación de España es de una industria hacia tres vertientes: minería, manufactura y servicios público; al mismo nivel que industrias manufactureras no basadas en recursos naturales, empresas grandes, pocas empresas de manufactura de alta

tecnología y sobresale en empresas nacionales hacia el exterior. Estados Unidos de América concentra la mayor parte de su sector empresarial entre empresas nacionales hacia el exterior, pequeñas y medianas empresas (Pymes), empresas grandes, e industria (minería, manufactura y servicios públicos).

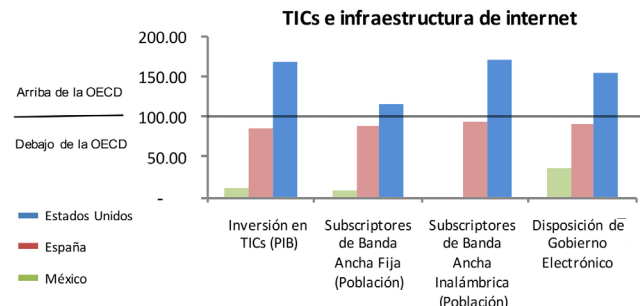


Figura 5

Interacciones y Habilidades para la Innovación, TIC e Infraestructura de Internet en México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

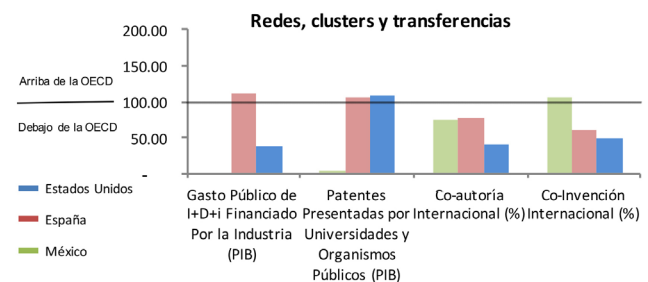


Figura 6

Habilidades para la Innovación, Redes, Clústeres y Transferencias en México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

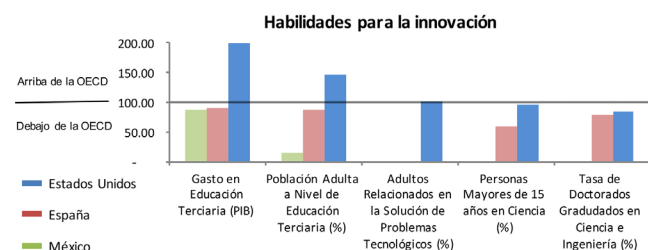


Figura 7

Interacciones y Habilidades para la Innovación, Habilidades para la Innovación en México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

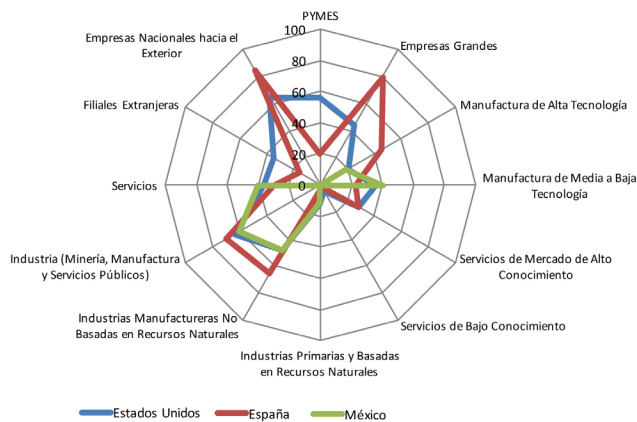


Figura 8

Estructura de la industria y esfuerzo empresarial, como % del total del BERD* en México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

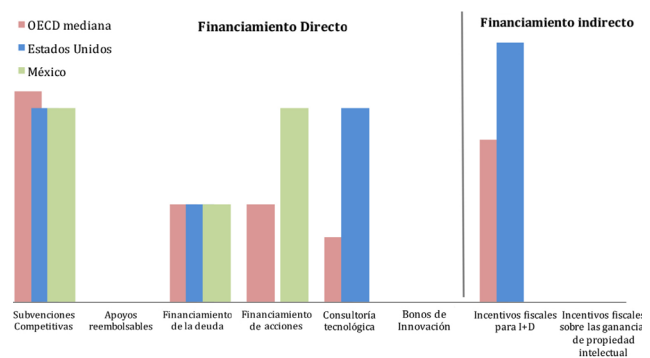


Figura 11

Instrumentos más relevantes de financiación pública de I + D empresarial en México y Estados Unidos de América, 2014.

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de los países al cuestionario de política de la OCDE sobre la Perspectiva de la Ciencia, Tecnología e Industria 2014, OECD (2014).

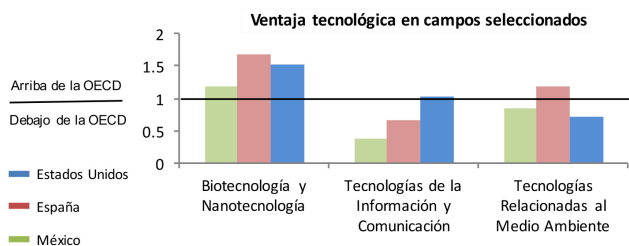


Figura 9

Ventaja Tecnológica en campos seleccionados en México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

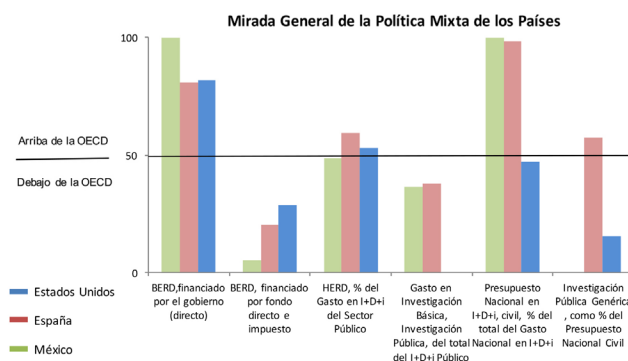


Figura 10

Política de Gasto en I+D en México, España y Estados Unidos de América.

Fuente: Elaboración propia con base en información de OECD (2014).

En el panel 3 tanto México, España y Estados Unidos de América presentan ventaja tecnológica por niveles superiores a la mediana en los campos de biotecnología y nanotecnología, como se muestra en la figura 9.

Estados Unidos de América se mantiene en la mediana de la OECD en tecnologías de la información y comunicación y por debajo de España y México en tecnologías relacionadas con el medio ambiente. Por su parte, México lidera en biotecnología y nanotecnología superando a la mediana de la OECD pero requiere fortalecer esfuerzos en TIC así como seguir impulsando las tecnologías relacionadas con el medio ambiente, toda vez que las TIC es una industria con impacto transversal que atañe a diferentes sectores productivos.

En el panel 4 se hace un análisis de forma general a la política mixta de los países de México, España y Estados Unidos de América, comparando diversos indicadores (figura 10).

Lo anterior exhibe el alto nivel de subsidio gubernamental al sector empresarial y universidades en México, mientras que España y Estados Unidos de América mantienen niveles altos de inversión. Esto muestra las grandes áreas de oportunidad que tienen México y España para mejorar su sistema nacional de innovación, en la promoción de políticas que permitan transitar hacia uno más sólido y menos dependiente (figura 11).

En el panel 5 se refleja el equilibrio y la importancia de las diversas medidas gubernamentales para apoyar la I + D y la innovación empresarial en los países motivo de estudio. Cabe mencionar que se encontró información relativa a este indicador solo para México y Estados Unidos de

América, lo cual no fue posible respecto a España. Estados Unidos de América se mantiene a la par de la mediana de la OECD en financiamiento de la deuda al igual que México, aunque en subvenciones competitivas se encuentra por debajo de la mediana justo similar a México. México, por su parte, destaca en financiamiento de acciones, aunque se logra observar que no cuenta con medidas incentivas fiscales para la I+D. Ambos países sobresalen por no contar con medidas que incentiven fiscalmente sobre las ganancias por propiedad intelectual. Este indicador muestra el grado de compromiso que existe por parte del gobierno por promover las actividades de I+D en las empresas.

En resumen, los indicadores expuestos en este documento ponen de manifiesto las decisiones económicas y políticas que van marcando la pauta en la construcción de un sistema nacional de innovación sólido y articulado. En México, una economía menos desarrollada que la de Estados Unidos de América y España, los niveles de productividad deberían incrementarse y diversificarse, principalmente respecto a los mercados de exportación. México ha sufrido una serie de cambios en su gobierno, uno de ellos es en el tema de la innovación: el Conacyt asume la responsabilidad principal del Sistema Nacional de Innovación y resulta evidente la estructuración de reformas en el sistema educativo. Asimismo, en el país se han implementado algunas políticas de cofinanciamiento para mejorar la relación ciencia-industria y fomentar proyectos de innovación en cooperación. Es el caso del programa de estímulos a la innovación, el presupuesto se ha incrementado en 240% de 2009 al 2014, reflejando así el alto compromiso en este tema. Para fomentar la transferencia de tecnología y comercialización de la investigación se ha proporcionado apoyo a la creación y mejora de las Oficinas de Transferencia de Conocimiento (OTC); cambios en el marco legislativo han hecho posible establecer las condiciones de uso de la propiedad intelectual generada en los centros e instituciones de investigación. Son los agentes de las OTC los facilitadores de entablar la relación entre la ciencia y la industria, ofrecer consultoría y asesoría para la concesión de licencias tecnológicas y creación de empresas.

España, a su vez, ha estado inmersa en una recesión prolongada. En 2013 se aprobaron dos políticas estratégicas: la Estrategia Española para la Ciencia, Tecnología e Innovación (2013-2020) y el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica e Innovación (2013-2016). Con esos documentos se pone de manifiesto la intención del Estado español para salir de la recesión económica mediante esfuerzos en innovación para aumentar el desarrollo de capacidades y habilidades en Ciencia y Tecnología hacia los estándares internacionales. También el gobierno apoya la cooperación de proyectos I+D que traten temas de innovación social y a los que estén relacionados con tecnologías,

principalmente en las áreas de fotónica, microelectrónica, nanoelectrónica, los materiales avanzados de biotecnología y TIC.

En contraste, por un largo periodo de tiempo Estados Unidos de América ha estado a la vanguardia en ciencia, tecnología e innovación. Sin embargo, se ha notado un crecimiento menos acelerado a pesar de sus universidades de alta calidad y sus empresas de alta tecnología. Por tanto, sus políticas públicas se están adecuando para mejorar las condiciones que fomenten la innovación. En general, la política estadounidense de ciencia y tecnología está orientada a la creación de empleo, a industrias del futuro y a la mejora de la competitividad económica. Una de las reformas que sufre el sistema de patentes estadounidense es que la Ley de Invención del 2011 cambió el régimen de patentes de Estados Unidos de América de "primer inventor" a un "primero en presentar", sistema de solicitudes de patente presentadas en o después del 16 de marzo de 2013. Esta Ley también tiene como objetivo mejorar la calidad de las patentes y aumentar los inventores y su capacidad de proteger la propiedad intelectual en el extranjero.

Este país se promueve como una economía que invierte fuertemente en la investigación, desarrollo, demostración y despliegue en tecnologías de energía limpia y cambio climático, así como empleos de manufactura de alta calidad. El objetivo es ampliar la I + D en los procesos de fabricación innovadores, materiales y robótica industrial avanzada. Como reto, Estados Unidos de América tiene por mejorar la salud de sus ciudadanos, comprometiéndose a financiar la investigación en salud principalmente en neurociencia. Los apoyos del gobierno en I+D van destinados a las pequeñas empresas y consorcios de pequeñas empresas. Cuenta con programas que apoyan a los pequeños negocios de innovación, a la transferencia de tecnología de la pequeña empresa, a las actividades de I+D e innovación en las Pymes y las empresa jóvenes y la colaboración en I+D de las Pymes y las universidades.

CONCLUSIONES

La ciencia y la tecnología son considerados por los países líderes en el mundo como el motor del progreso económico y social. El contexto político, histórico, tecnológico de cada país hace que tengan un entendimiento diferente de lo que debería ser la estrategia prioritaria nacional en materia tecnológica y, en consecuencia, la asignación de recursos humanos y financieros. Esto hace que cada economía se encuentre presionada para modificar su sistema en respuesta a la constante competitividad e interdependencia entre economías (Lee, 1997). Aunque cada país tenga sus propias estrategias para el impulso de la Ciencia

y Tecnología (CyT), hay coincidencia que un mayor gasto en actividades de investigación y desarrollo contribuye directamente al nivel competitivo de dicha economía para enfrentar nuevos retos tecnológicos (principalmente).

México mantiene un sistema de innovación frágil pese a que su entorno tecnológico y su articulación están en el mismo nivel que el de España. Sus áreas de oportunidad recaen en su sistema emprendedor y entorno científico y se hace evidente la poca capacidad de absorción que tienen las empresas mexicanas. La maduración y consolidación del sistema nacional de innovación en México y España ha implicado un reto por los vaivenes en sus diferentes entornos, principalmente el económico y financiero. Por otro lado, la influencia estadounidense en las políticas mexicanas deja una estela de lecciones que pueden acortar la curva de aprendizaje mexicana.

En las últimas décadas, las políticas públicas en materia de innovación se han enfocado hacia la articulación de los agentes del sistema nacional de innovación para aprovechar las oportunidades de los mercados globalizados. En la medida en que se ha validado ese enfoque y algunas experiencias han sido efectivas, se han estandarizado estrategias y prácticas independientemente de los niveles de desarrollo o condiciones estructurales de los países que las aplican. Esto en parte se explica por el surgimiento de esferas de actividad económica que operan independientemente del mercado interno, de manera que las experiencias externas en algunos casos acortan los procesos de aprendizaje locales.

En el caso de México, es menester que los diagnósticos y propuestas del sistema nacional de innovación reflejen las diferentes condiciones entre regiones y subsistemas productivos. Desarrollar sistemas de innovación regional permitiría caracterizar las instituciones locales atendiendo las demandas de los grupos sectoriales, pero también la problemática social a resolver. En ese sentido, es oportuno reestructurar su sistema nacional de innovación para mejorar el equilibrio entre una política de impulso a la innovación tecnológica, así como a la innovación social.

En la última década, en México se han modificado las estructuras gubernamentales para una mayor integración e interrelación de los agentes en su sistema de innovación. Sin embargo, aún hay mucho por hacer en la medida en que no se han desarrollado indicadores o metodologías que analicen los beneficios de estas acciones en las zonas más vulnerables del país. En este sentido, es necesario medir la inclusividad a través de una metodología que permita evaluar las acciones de política pública, dejando como áreas de oportunidad para próximas investigaciones a fin de que el diseño de dichos instrumentos políticos sean más completos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración y financiamiento para la obtención y análisis de los resultados al Conacyt, a la Universidad Autónoma de Baja California Sur, al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., a la Universidad Politécnica de Valencia (España), y a *Public Intellectual Property Resource for Agriculture* (PIPRA) de la Universidad de California Davis (Estados Unidos). También, queremos agradecer a los revisores anónimos de este trabajo y a la Mtra. Sonia Karina Aguirre, ya que gracias a sus observaciones y sugerencias hemos podido mejorar nuestro manuscrito.

REFERENCIAS

- Aboites, J., & Soria M. (2008). *Economía del conocimiento y propiedad intelectual; Lecciones para la economía Mexicana*. México: Universidad Autónoma de Metropolitana (UAM) Xochimilco y Siglo XXI Editores.
- Acemoglu, D., & Robinson, J. (2012). *Why nations fail: the origins of power, prosperity, and poverty*. New York: Crown Publishers.
- Alonso, D., González, N., & Nieto, M. (2015). Emprendimiento social vs Innovación social. *Cuadernos Aragoneses de Economía*, 24(1-2), 119-140.
- Block, F., & Keller, M. (2009). Where do innovations come from? Transformations in the US economy, 1970-2006. *Socio-Economic Review*, 7(3), 459-483.
- Cámara de diputados LXIII. (2016). *Decretos de Reforma en la Ley de Ciencia y Tecnología*. Recuperado el 22 de septiembre 2017 de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lct.htm>
- Castillo, H. G. C. (2010). El Modelo de la triple hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y empresa. *Revista Nacional de Administración*, 1(1), 85-94.
- Comisión Europea. (2016). *Europa 2020*. Recuperado el 22 de septiembre de http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nuts-hell/index_es.htm
- Conesa, F. (1997). *Las oficinas de transferencia de resultados de investigación en el sistema español de innovación* (tesis doctoral), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). (Noviembre, 2011). III Jornada Nacional de Innovación y Competitividad. Desarrollo de las Unidades de Vinculación y Transferencia de Conocimiento en los CPI-Conacyt. Mazatlán, Sinaloa.
- Cooke, P. (1992). Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe. *Geoforum*, 23(3), 365-382.
- Dehesa, G. (2003). Balance de la economía española en los últimos veinticinco años. *Información Comercial Española, ICE: Revista de Economía*, 811, 53-79.

- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1997). Introduction to special issue on science policy dimensions of the triple hélix of university-industry-government relations. *Science and Public Policy*, 24(1), 2-5.
- Fagerberg, J., & Srholec, M. (2008). National innovation systems, capabilities and economic development. *Research policy*, 37(9), 1417-1435.
- Feison, S. (2003). National innovation systems: Overview and country cases. Knowledge flows and knowledge collectives: Understanding the role of science and technology policies in development. *Knowledge Flows, Innovation, and Learning in Developing Countries*, 1, 13-38.
- Kline, S., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. En Landau, R. & Rosenberg, N. The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth. Washington, DC.: National Academy Press.
- Lee, Y. (1997). *Technology transfer and public policy*. United States of America: Greenwood Publishing Group.
- Lizardi, V., Banquero, F., & Hernández, H. (2008). Metodología para un diagnóstico sobre la transferencia de tecnología en México. Memorias del Tercer Congreso Estatal, Segundo Nacional y Primero Internacional de Sistemas de Innovación para la Competitividad: Transferencia del Conocimiento y la Tecnología: Reto en la Economía Basada en el Conocimiento. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (Editor). SINNCO 2008 Memorias. Guanajuato, Gto., México.
- Lundvall, B. A., & Johnson, B. (1994). The learning economy. *Journal of industry studies*, 1(2). 23-42.
- Molina, Ortiz A. (2010). *Tecnológico de Monterrey. Sistemas Regionales de Innovación*. Recuperado el 22 de septiembre 2016 de <http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/snc/portal+informativo/opinion+y+analisis/firmas/ing.+alfredo+molina+ortiz/op3sep10/alfredomolina>
- Mowery, D. (1994). *Science and Technology Policy in Interdependent Economies*. Netherlands: Springer.
- O'Keefe, T. G., & Marx, H. (1986). An applied technology transfer process. *The Journal of Technology Transfer*, 11(1), 83-88.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) Publishing. (2014). *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*. París: OECD Publishing.
- Preston, P. (2011). *El holocausto español: odio y exterminio en la guerra civil y después*. Barcelona: Debate.
- Soja, E. (2005). Algunas consideraciones sobre el concepto de ciudades región globales. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, 58, 44-75.
- Solleiro, J., & Castañón R. (2005). Competitividad y sistemas de innovación: los retos para la inserción de México en el contexto global. En Temas de iberoamérica. *Globalización, Ciencia y Tecnología*. (pp. 165-197). Recuperado el 3 de abril del 2016 de <http://www.oei.es/historico/salactsi/solleiro.pdf>
- Solleiro, J., Castañón, R., Luna K., Herrera, A., & Montiel M. (2006). La política de innovación en México, España, Chile y Corea: Un análisis comparativo. I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I.
- Song, X., & Balamuralikrishna, R. (2001). *The Process and Curriculum of Technology Transfer*. Recuperado el 4 de mayo de 2016 de <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JOTS/Winter-Spring-2001/song.html>
- Srholec, M. (2010). A Multilevel Approach to Geography of Innovation. *Regional Studies*, 44(9), 1207-1220. doi:10.1080/0034340-0903365094
- Srholec, M. (2011). A multilevel analysis of innovation in developing countries. *Industrial and corporate change*, 20(6), 1539-1569.
- Villavicencio, D., & Arvanitis, R. (1994). Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico. Reflexiones basadas en trabajos empíricos. *El Trimestre Económico*, 61(242).