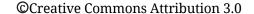


Catequil Tekné, Volumen I, N°1 2° Semestre 2017

ISSN: 2522-3828

htpp://revistacatequiltekne-citecedepas.org,pe





# El modelo triple hélice de innovación: importancia teórica y evidencias de su aplicación en el desarrollo de la innovación

The triple helix model of innovation: theoretical importance and evidences of its application in the development of innovation

José Luis Medina Bueno Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo josemedina.econ@gmail.com

Recibido el 24 de abril de 2017 Aprobado el 27 de mayo de 2017

#### Resumen

En el presente artículo se efectúa una revisión y análisis de la evidencia empírica disponible sobre la aplicación del modelo triple hélice de innovación y su importancia como marco teórico y en el análisis y desarrollo de los sistemas de innovación. A partir del marco conceptual y teórico se describe la importancia del modelo y se revisa la literatura en torno a varias dimensiones en las cuales viene siendo utilizado; se revisan, asimismo, las diferentes aplicaciones y sus resultados encontrados, además de sus ámbitos de intervención, objetivos y enfoques metodológicos utilizados. A pesar de una importante cantidad de aspectos y de la alta relevancia del modelo, la evidencia existente a nivel de este es relativamente nueva y con una gran importancia en su aplicación como modelo de análisis y de desarrollo de la innovación, que abre camino a estudios en el ámbito de la innovación con importantes impactos en el desarrollo económico.

Palabras clave: Innovación, modelo triple hélice, desarrollo.

#### **Abstract**

This article reviews and analyzes the available empirical evidence on the application of the triple helix model of innovation and its importance as a theoretical framework and in the analysis and development of innovation systems. From the conceptual and theoretical framework, the importance of the model is described and the literature is reviewed around several dimensions in which it is being used; the different applications and their results are reviewed, as well as their areas of intervention, objectives and methodological approaches used. Despite a significant number of aspects and the high relevance of the model, the existing evidence at the level of model is relatively new and with great importance in its application as a model of analysis and development of innovation, which opens the way to studies in the field of innovation with important impacts on economic development.

Key words: Innovation, triple helix model, development.

\*El presente trabajo es parte del estudio de investigación del mismo autor, denominado "La triple hélice de innovación: un modelo para la evaluación del desarrollo de la innovación, aplicado al caso de Perú", desarrollado en la Universidad Autónoma de Madrid (2015).





## 20. Introducción

La innovación, entendida en un sentido amplio, es por definición un aspecto central de toda actividad económica, y es tan importante en los países en desarrollo como en los más desarrollados (Guimón y Agapitova, 2013). De hecho, la literatura reciente determina que la innovación es el factor principal para el desarrollo social y económico sostenible, ya que permite incrementar la productividad, el crecimiento económico y la competitividad de una economía a largo plazo (puede verse a Farley et al., 2007; Aghion y Howitt, 2009; OCDE, 2010). Sin embargo, emprender el desarrollo de la innovación implica un proceso complejo que involucra diferentes funciones, actores y factores clave (Saad, 2014), y en diferentes niveles de agregación (regional, nacional e internacional) (Pyka y Küppers, 2002). La innovación debe verse, por tanto, como un proceso dinámico y de orden sistémico, de múltiples interacciones, colaboración y retroalimentación entre distintas fases del proceso de innovación (Kline y Rosenberg, 1986).

En esta línea, los procesos de innovación bajo el carácter interactivo, colaborativo e interdisciplinario, junto con el rechazo y la obsolescencia de los procesos de innovación lineales, es descrita como la transición del modo 1 al modo 2 de procesos en la creación de conocimiento (Gibbons et al., 1994), y del modo 2 a la triple hélice de innovación (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). De aquí que el modelo triple hélice de innovación (TH en adelante) haya sido el principal medio de entender el desarrollo y la innovación basada en el conocimiento (Etzkowitz y Leydesdorff 1995), según el cual se asume que la innovación surge de las relaciones e interacciones mutuas entre la universidad, industria y el gobierno.

En este contexto, el estudio de los procesos de innovación bajo relaciones e interacciones de la universidad, industria y gobierno, como actores de acepción amplia del modelo TH, adquieren una especial relevancia para analizar y mejorar las condiciones para la innovación y el desarrollo de los sistemas de innovación, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Las evidencias sobre el modelo TH en los procesos de innovación se centran, principalmente, en el análisis de las relaciones e interacciones de los actores del modelo, así como en los efectos que generan estas interacciones en los procesos de innovación; la mayoría constituyen evidencias relativamente nuevas.

Ejemplos de trabajos en estas líneas de investigación son, entre otros, los de Strand y Leydesdorff (2013), Leydesdorff y Fritsch (2006), Brundin et al. (2008), Ranga y Etzkowitz (2013), que caracterizan las relaciones en términos de subdinámicas del desarro-

llo económico, producción de conocimiento organizado, y el control político en los sistemas de innovación. Otros trabajos como los de Luengo y Obeso (2013), Lopes da Silva et al. (2012), Heitor (2015), se enfocan en ver las relaciones que parten de un actor en particular hacia los demás actores de la TH.

El objetivo de este artículo es efectuar una revisión de la evidencia empírica disponible sobre la aplicación del modelo triple hélice de innovación y su importancia como marco teórico en el análisis y desarrollo de los sistemas de innovación. La revisión ha tomado en cuenta el enfoque centrado en los conceptos de Webster y Watson (2002). Así, partiendo del marco conceptual y teórico del modelo TH, como de su marco analítico, los estudios han evidenciado varias dimensiones fundamentales, que van desde nuevas e importantes contribuciones teóricas hacia el modelo, análisis de las interacciones y sus impactos en los procesos de innovación, medidas de configuración y dinámicas del proceso innovador, hasta propuestas de uso del modelo para desarrollar la innovación y como instrumento para las políticas públicas de innovación basada en el conocimiento.

La selección bibliográfica se ha realizado mediante la búsqueda por palabras clave en revistas de impacto (Journal Citation Reports) en áreas de Economía e Innovación, dado el carácter específico del tema. En la selección y relevancia de estas investigaciones se ha considerado, a su vez, el número de citas que de dichos artículos aparecen en otras revistas de impacto, tal como se ha seguido en el estudio de Billón y otros (2007). Se han consultado en particular las bases de datos ABI Inform, Science Direct, Bussines Source Elite, y Dialnet. Se han revisado también las referencias citadas en los estudios identificados inicialmente en torno a la temática. Además de revisión e inclusión de otros estudios que no aparecen en revistas de impacto pero que se categorizan por su alto rigor metodológico y académico, y de autores de reconocido prestigio en el ámbito de estudio. Por último, se han tomado en cuenta estudios e informes propios de organismos internacionales como la OCDE que tratan el tema a este nivel.

El siguiente apartado presenta una aproximación al marco conceptual y teórico de la innovación y del modelo TH. La sección 2 ofrece la evidencia empírica disponible de la TH que, junto con la sección anterior, justifica un marco analítico del modelo TH en el desarrollo de la innovación. En una última sección se presenta las principales conclusiones.

#### 21. Marco teórico

El modelo triple hélice de innovación forma parte de la evolución de los modelos y políticas sobre

ciencia, tecnología y la industria; es un modelo que se enmarca dentro del marco general de la economía evolucionista y enfoques institucionalistas en teoría económica, complementado con un enfoque sociológico para el análisis de la innovación (Leydesdorff y Etzkowitz, 1996).

Sus principales teóricos, Loet Leydesdorff, de la Universidad de Ámsterdam y Henry Etzkowitz, de la Universidad Estatal de Nueva York, presentan al modelo como un esquema facilitador de la planificación pública de actuaciones, de la toma de decisiones y de la evaluación de la acción pública en torno a aspectos sustanciales como la universidad y centros superiores de enseñanza, investigación científica y tecnológica, así como la industria. Aunque en este modelo no hay una guía o manual de referencia en el que se expongan sus fundamentos y conceptos (Shinn, 2002), sus teóricos han ido desarrollando el enfoque teórico y analítico en varios trabajos conjuntos y en publicaciones por separado y con otros autores.

Saad (2004), considera que las características principales de este modelo se derivan de las teorías de la innovación a partir de la contribución de Schumpeter, al analizar el papel de la innovación en el proceso de cambio económico, y que incluyen, entre otras, las más recientes obras de neoschumpeterianos, para quienes la innovación es un proceso evolutivo, interactivo, acumulativo, institucional y desequilibrante.

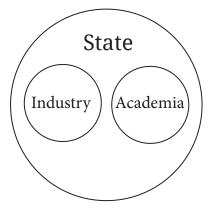
El modelo TH concibe que la innovación se debe a la interacción de actores clave en el modelo: universidad, industria y gobierno. Estos actores, entendidos con acepciones amplias, operando sin una interacción con los demás, son ineficaces en el modelo. La importancia de las interacciones de actores ya venían reflejándose por otros autores, por ejemplo, como Tidd et al. (2001) que determina que la mayoría de las principales innovaciones se llevan a cabo como resultado de la interacción entre la tecnología, la ciencia y el mercado; del mismo modo, Dosi (1982) argumenta que la innovación es un proceso acumulativo de interacción entre factibilidades técnicas y posibilidades de mercado. Este concepto de interacción también se ha ampliado por Clark y Juma (1987) que sostienen que la innovación depende de mecanismos de retroalimentación entre los ambientes externos y desarrollos técnicos proporcionados por las instituciones. Porter y Stern (2001) y Powell et al., (1996), por ejemplo, afirman que la innovación no es posible bajo la interacción de un solo agente de innovación, sino de un proceso complejo en el que varios agentes deben interactuar. De aquí la relevancia de que los procesos de innovación se lleven a cabo bajo la interacción de los actores involucrados de la TH.

El concepto de la TH surgió de un análisis de la universidad y la industria de doble hélice a mediados de la década de 1990, exhortándose a la universidad e industria, por los responsables políticos en varios países de Europa y EE.UU., a trabajar juntos de forma más estrecha, y por la comprensión de que el gobierno era una parte esencial en la función de innovación (Etzkowitz et al., 2007). La evolución de los sistemas de innovación y el conflicto actual sobre qué camino se debe tomar en las relaciones universidad-industria se reflejan en los diferentes arreglos institucionales de las relaciones universidad-industria-gobierno. De aquí que Etzkowitz y Leydesdorff (2000) puedan determinar una evolución del modelo, según el papel e importancia de los actores dentro del proceso de innovación y bajo una situación histórica específica identificada.

En este contexto, Etzkowitz y Leydesdorff diferencian una configuración de triple hélice I, donde el Estado-nación abarca la academia y la industria y dirige las relaciones entre ellos (ver Figura 1). La versión clara de este modelo se puede encontrar en la antigua Unión Soviética y en aquellos países donde imperaba el modelo "socialista". En algunos países de América Latina también se formularon políticas bajo esta versión, aunque de forma más débil. Este modelo es visto en gran medida como un modelo de desarrollo fracasado, ya que implicaba muy poco margen de iniciativas de "abajo hacia arriba" y la innovación se desalentó en lugar de fomentarse.

Se distingue un segundo modelo (ver Figura 2) formado por esferas institucionales separadas con bordes fuertes que los dividen y relaciones muy circunscritas entre las esferas. Este modelo implica políticas liberales (laissez-faire), que en la actualidad también es un modelo recomendado como mecanismo para reducir el papel del Estado en la triple hélice I, aunque con muchos cuestionamientos que han conducido a reducir su credibilidad para ser un modelo adecuado.

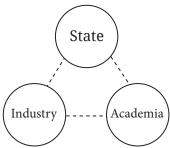
Figura 1: Un modelo estático de relaciones Universidad - industria - gobierno.



Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff (2000).



Figura 2: Modelo laissez-faire de relaciones universidad- industria-gobierno

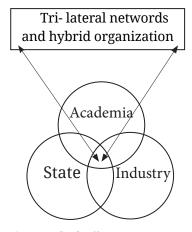


Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff (2000).

Por último, la triple hélice III es el modelo que está generando una gran infraestructura en conocimiento en cuanto a la superposición de esferas institucionales, con cada una tomando el papel de la otra y con las organizaciones híbridas emergentes en las interfaces (ver Figura 3). La mayoría de países y regiones están actualmente tratando de alcanzar de alguna forma una triple hélice III, tomándolo así como el modelo más sistémico y adecuado para lograr un mayor rendimiento de los procesos innovadores.

Una característica adicional es que en este modelo la universidad puede desempeñar un papel más importante en la innovación en sociedades cada vez más basadas en el conocimiento. La creciente importancia del conocimiento y la investigación para el desarrollo económico ha abierto una tercera misión: el papel de la universidad en el desarrollo económico, que se suma a las otras dos misiones que son la enseñanza e investigación (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). La transformación de la universidad, ya sea a través de ímpetus internos o externos de una enseñanza a una investigación y luego a una universidad emprendedora, es un elemento clave en la creación de una triple hélice viable (Etzkowitz et al., 2007).

Figura 3: Modelo triple hélice de innovación



Fuente: Etzkowitz y Leydesdorff (2000).

Por otro lado, la innovación se considera como un proceso complejo que involucra diferentes funciones, actores y variables dentro del propio proceso, así como factores tecnológicos, económicos, sociales e institucionales que forman el entorno externo del proceso (Saad, 2004). El atributo fundamental del modelo TH es reunir estas diferentes perspectivas y actores y sacar provecho de sus interacciones con el fin de proporcionar una comprensión global, o enfoque holístico, del proceso de innovación y sus determinantes fundamentales. En esta perspectiva, la innovación en la TH es el concepto central ya que trata de impulsar y de medir las innovaciones (González de la Fe, 2009).

En la TH, la innovación evoluciona, por definición, según las interrelaciones y comunicaciones que lleven a cabo sus actores. Es así que el interés no se centra en las innovaciones como fenómenos aislados sino en los sistemas de innovación, considerados como dinámicas de cambio tanto en los sistemas de producción como de distribución (Leydesdorff y Etzkowitz, 2001). Por tal motivo, la innovación surge de las interacciones mutuas entre ellas: del potencial para el conocimiento innovador, de los recursos económicos y las posibilidades de mercado, y de las normas e incentivos de las políticas públicas de innovación.

La dinámica es no lineal, en este caso. Leydesdorff y Etzkowitz (2000) describen que hay transformaciones en curso dentro de cada una de las hélices. Estas transformaciones o reconstrucciones pueden ser consideradas como un nivel de innovaciones continuas bajo la presión de los entornos cambiantes. Además, en su opinión, los sistemas de innovación deben ser considerados como la dinámica de cambio en los sistemas de producción y distribución. Por ello, Leydesdorff (2001:02) señala que en el modelo TH "la Innovación no es una unidad estable de análisis, sino una unidad de operación en un interfaz", siendo este último, la zona de encuentro entre los diversos agentes implicados: universidad, industria y gobierno. Ello permite la superación del marco de los Sistemas Nacionales de Innovación (SIN) como unidad relevante de análisis y considerar al sistema de innovación como sistema emergente que descansa como una híperred sobre las redes que lo constituyen; es decir, sobre las diferentes redes disciplinarias, industrias y niveles de gobierno (Leydesdorff y Etzkowitz, 2000).

Las relaciones e interacciones bilaterales y trilaterales que se dan entre actores son la clave para la innovación. González de la Fe (2009), al analizar la TH, describe que los mecanismos que operan en este proceso de relaciones e interacciones son la elevación o salida institucional de nuevos roles y el nacimiento y crecimiento de organizaciones híbridas en un contexto cultural (refiriéndose a normas y valores en esto último, que propicia y fomenta este tipo de procesos de

cambio). Es así que una dinámica TH de las relaciones universidad-industria-gobierno se genera endógenamente (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000).

Por lo tanto, en el TH los roles del gobierno o de la universidad ya no son fijos o solo de colaboración. Se necesita la interacción conjunta entre las diferentes funciones con el fin de generar las dinámicas de los sistemas de innovación. Por tal motivo, el modelo TH puede pasar por cuatro etapas, según Etzkowitz (2011): en primer lugar, el ambiente interno de cada actor se transforma; segundo, los actores ejercen influencia sobre los otros; tercero, se crea una organización basada en la relación de solapamiento entre actores universitario, de la industria y del gobierno; y, por último, se forma una dinámica empresarial a través de interacciones sin fisuras dentro y entre los actores universidad, industria y gobierno.

Los diferentes aportes teóricos y conceptuales desarrollados en el presente apartado, nos permiten, por tanto, señalar aspectos de concepción clave en los sistemas de innovación, así como la importancia de los mecanismos de configuración y elementos de interacción de los actores de la innovación, al momento de explicar los procesos de innovación bajo el modelo TH.

# 22. Revisión de evidencia empírica

Dentro de la literatura del modelo TH, los estudios se centran principalmente en el análisis de las interacciones y sus efectos en los procesos de innovación, en la construcción de indicadores y medición de sus dinámicas, y en nuevas contribuciones teóricas; mientras que otros se centran en su configuración como modelo por aplicarse a otros contextos temáticos, y como propuesta para diseño de políticas de innovación.

Para la mayoría de estas evidencias empíricas se ha elaborado la siguiente tabla resumen complementaria, con información: ámbito de estudio, objetivo, metodología y datos, y principales resultados de la investigación.

Tabla 5 : Principales estudios empíricos en torno al modelo Triple Hélice de Innovación (TH)

Autor(es)	Ámbito(s)	Objetivo	Metodología y datos	Resultados
Brulin et al. (2012)	Europa	Investigar la implementación de programas de política de innovación y emprendimiento y la forma de llevarse a cabo para mejorar el crecimiento y la innovación en una perspectiva a largo plazo.	Datos secundarios procedentes de los informes de investigación, evaluación del programa a posteriori y las entrevistas de los directores de programas. La parte empírica se basa en derivados de conocimientos teóricos y casos ilustrativos de estudios de gestión de los programas de innovación.	La evidencia empírica muestra la importancia de cooperación y diálogo entre responsables políticos, profesionales y sector empresarial. El programa tiene que ser organizado y apoyado en una perspectiva a largo plazo por parte de actores competentes en el marco de TH.
Brundin et al. (2008)	Sud África	Estudiar cómo el modelo de TH trabaja a un nivel geográfico regional en un país en desarrollo.	Uso de encuestas y tres estudios de caso longitudinales que ilustran el grado de cooperación entre las tres partes de la TH.	Cuando la cooperación se debe identificar entre los tres actores sólo dos de estos están involucrados. Un eslabón que falta en el modelo es el enfoque empresarial. La cooperación entre las tres partes es incidental y no planificada y hay una falta de estructura.
Choi et al. (2015)	Global	Encontrar un patrón global de la relación TH entre los universitarios, la industria y los sectores del gobierno en la investigación científica, colocando la discusión en un contexto de desarrollo.	Datos compuestos por SCI y publicaciones enumeradas-SSCI de alrededor de 130 países. Se detecta la cuota de participación de cada sector, la cuota de la publicación por sector, combinación sectorial, y el efecto sinérgico de la relación.	Sugieren la presencia de un patrón de división de la relación TH entre los países desarrollados y en desarrollo: los países desarrollados tuvieron mayor participación en el sector de la industria, más colaboraciones universitarios centrados con los sectores de la industria y del gobierno, y un efecto sinérgico más alto de la relación TH que los países en desarrollo.
Erosa (2012)	México	Determinar las características de la cultura organizacional para la innovación en cada uno de los actores del modelo operativo de la TH.	Con enfoque de método múltiple se analiza tres organizaciones. Lo datos proceden de entrevistas semiestructuradas a gerentes empresariales, investigadores privados; y uso de documentos de política de gobierno.	Se identificaron diferencias en las características de Cultura por los tres socios de TH. Las orientaciones culturales múltiples en la TH están dirigidas a objetivos críticos de crecimiento y desarrollo y competitividad empresarial.
Etzkowitz et al. (2005)	Brasil	Analizar la aparición del sistema meta-innovación en el contexto de las interrelaciones de la TH, y el papel asumido por el movimiento incubador en Brasil.	Se usa la base de datos de la Asociación Brasileña de Incubadoras; documentos y entrevistas a actores de la asociación, funcionarios de asociaciones industriales, del gobierno, de política tecnológica en los niveles federal, estatal y municipal.	El desarrollo de un movimiento incubador en Brasil, a partir de la TH, ha dado la aparición de "meta-innovación" a través de organización hibridas, producto de la interacción.
Heitor (2015)	Países europeos, EE.UU, China, Brasil y Colombia	Analizar la manera en que los asuntos internacionales pueden dar forma a las universidades y su posicionamiento en las econo- mías y sociedades globalizadas, en las que el gobierno y la indus- tria forman parte.	Se basa en estudios internacionales comparativos, trabajo de campo y entrevistas realizadas en los últimos tres años. Las fuentes de datos están en línea con los utilizados en los estudios existentes que analizan relaciones universidad-industriagobierno.	Las relaciones internacionales estructuradas pue- den actuar como agentes al asociarse a actividades tradicionales diferentes de las universidades, con la participación, creación de capacidades y diversas formas de apropiación social y económica del conocimiento.



Autor(es)	Ámbito(s)	Objetivo	Metodología y datos	Resultados
Herliana (2015)	Indonesia	Conocer la forma de cómo un clúster regional de innovación promueva el crecimiento de Pymes, en el marco de la TH.	Tiene como unidad de análisis al clúster industrial de alimentos en el oeste de Java. Se ha utilizado datos cualitativos y cuantitativos primarios: entrevistas en profundidad y observaciones; y secundarios: recopilación de documentos y literatura.	Las sinergias entre universidad, empresa y gobierno permiten crear clúster de Pymes innovadoras. Hay necesidad de apoyo en actividades de innovación de Pymes.
lbarra y Leyva (2015)	México	Determinar una propuesta de vinculación basada en el modelo TH, bajo un análisis comparativo de modelos de vinculación para el desarrollo regional.	Se usa metodología HPM desarrollada por Bernárdez (2005). Se usa datos transversales al 2012, procedentes de entrevistas con personas clave y encuestas realizadas a profesores, alumnos y personal staff.	Bajo la TH, la universidad muestra una importante vinculación con el sector industrial, y viceversa. Además de la existencia de vinculación con el Estado en cuanto al desarrollo regional.
Ivanova y Leydes- dorff (2014)	Global	Desarrollar técnicas analíticas que permitan estudiar las interaccio- nes de los diferentes factores en un contexto sistémico del modelo TH, y comprender los mecanis- mos que causan la evolución dinámica.	A través de la lógica formal se representa la TH en un grupo de simetrías de rotación en un espacio tridimensional. Como parte de un modelo dinámico de la TH, se ha descrito los procesos cíclicos en los ámbitos institucionales mediante el uso de la ecuación de "movimiento".	El modelo de la doble hélice interactúa como un sistema lineal; mientras que el modelo de triple hélice posee una no linealidad en el nivel del sistema, que no se limita a la interacción en niveles de los sistemas nacionales, regionales, sectoriales o tecnológicos.
Ivanova y Leydes- dorff (2015)	EE.UU.	Explorar (i) la influencia de la complejidad en los sistemas de innovación y (ii) las regularidades en las mejoras de la eficiencia del sistema de generación de conoci- miento a través del tiempo en la TH.	Uso de series de tiempo, de estadísticas de Patentes y Marcas (USPTO) 1840-2013, de EE.UU. y datos sobre la dinámica de la pobla- ción. Los datos se analizan sobre la base del método de MCO, construyendo un modelo en términos de interacciones TH.	El modelo resultante predice un aumento de la eficiencia con un número creciente de dimensiones, debido a los efectos de auto-organización entre ellos. La dinámica de los ciclos de generación de conocimiento pueden ser analizados en términos de números de patentes.
Khan y Park (2013)	Global	Determinar el patrón de la estructura y la red de colaboración entre país, instituciones y regiones en la red de Gobierno Electrónico (EG) para la producción de conocimiento, así como las relaciones TH en la red de producción de conocimiento EG.	Bajo el análisis de redes del dominio investigación EG. Se ha recogido y analizado 1.091 trabajos académicos que han sido clasificados como de "GE" por la base de datos Web of Science. Se ha construido indicador de TH y analizar los datos.	El método híbrido es útil para entender los patrones de colaboración entre países, instituciones y regiones en el dominio EG, como en la identificación de actores clave, y en la comprensión de la estructura de las relaciones entre universidades, industrias y gobierno.
Leydesdor ff y Fritsch (2006)	Alemania	Evaluar la calidad de los sistemas regionales de innovación y la medición de la interacción y la sinergia entre los subdinámicas de la TH en Alemania.	Uso de datos de empleo y estadísticas de la Seguridad Social. Son 438 distritos como unidades de análisis, clasificados por tipo de distritos y tipo de tecnología. Se construye un indicador para medir las sinergias de intensidad del trabajo innovador en un sentido amplio.	La calidad de un sistema regional de innovación está determinada casi exclusivamente por la fabricación de media y alta tecnología. Las sinergias son dadas según tipos de distritos y tecnologías.
Lopes da Silva et al. (2012	Brasil	Analizar las interacciones de los actores de la TH para el desarrollo tecnológico de la industria de petróleo y gas en Brasil.	Uso del enfoque conceptual de la TH. Datos corresponde a material bibliográfico y de uso de técnicas de observación intensiva directa, a través de la observación del contexto de la investigación y entrevistas con actores clave de la región.	Los esfuerzos actuales para desarrollar una "Región TH" deben ir más allá de los objetivos de aumento de la tecnología para la industria local. Una estrategia sostenible a largo plazo también debe ser desarrollada.
Lu (2008)	China	Abordar los retos estratégicos de desarrollo de la innovación basada en el conocimiento (KBI) a través del análisis de redes TH en China.	Datos mediante observación de campo, entrevistas con funcionarios del Gobierno, investigación documental sobre el documento de política de las administraciones, y revisión crítica de la literatura existente relacionada con KBI y el modelo TH.	La formación y el funcionamiento del sistema de producción de conocimiento reflejan las dimensiones de control normativo (gobierno), la generación de riqueza (industria) y la novedad producción (Academia).
Luengo y Obeso (2013)	España	Analizar la relación existente entre la capacidad de innovación de las empresas españolas y la obtención de información de las mismas a través de la cooperación con diferentes actores en el marco de la TH.	Muestreo de empresas españolas, encuestadas en tema de innovación por INE, 2008-2010. Se usa el método de ecuaciones estructurales que pone de manifiesto la relación existente entre los resultados de innovación de las empresas y la información obtenida.	La relación entre resultados de innovación de las empresas y la información que obtienen se produce a través de la Triple Hélice.
Marques et al. (2006)	Portugal	Integrar conocimientos previos adquiridos en cooperación de universidad-industria y mostrar la contribución de la Universidad de Coimbra en el fomento de la dinámica regional de la innova- ción y el espíritu empresarial	Mediante dos fases de entrevistas se recoge información: (I) se identificó 18 instituciones entre privadas, comunidad en general y empresas de la universidad Coimbra; (II) análisis de la incubadora de empresas y un Proyecto de Parque Científico y Tecnológico.	Es pertinente el modelo de TH en la comprensión de la realidad de una manera sencilla y práctica. La interacción y alianzas establecidas tienden a crear redes trilaterales y organizaciones híbridas, resal- tando el papel de la Universidad.
Natário y de Almeida (2011)	Portugal	Analizar la dinámica y los proce- sos de innovación en regiones del centro de Portugal e identifi- car los factores que estimulan la dinámica TH territorial de la innovación.	Aplicación de análisis estadístico multiva- riante "k-means clustering". Se aplicó cues- tionarios en el 2010 a empresas de tres distritos interiores de la zona Centro de Portugal.	Las empresas más activas y proactivas con la innovación dinámica, son aquellos que interactúan en el marco de funcionamiento de la TH, con una interacción del Estado muy positiva en la dinámica innovadora.

Autor(es)	Ámbito(s)	Objetivo	Metodología y datos	Resultados
Stone (2010)	Reino Unido	Analizar bajo la teoría de la autodeterminación y el modelo TH, las diferencias de recompensas financieras y calidad de motivación de intercambio de conocimiento, entre las empresas industriales, explicadas por el alcance de compartir pseudoconocimiento.	Aplicación de encuestas a gerentes conta- bles certificados CMA), encuestados en dos sectores: finanzas, seguros y bienes raíces (FIRE) y de la educación superior.	Se produce un mayor intercambio de pseudo- conocimiento entre FIRE que entre CMA de educa- ción superior; y los incentivos financieros y la calidad de la motivación de intercambio de conoci- mientos está motivado plenamente por efecto de la industria en el intercambio de pseudo- conocimiento.
Strand et al. (2015)	Noruega	Analizar la descomposición de sinergias TH en las dimensiones de la geografía, tecnología y tamaño de la empresa a nivel de Condado, y conocer si proporcionan información sobre el sistema regional de innovación de Noruega.	Uso de representación espacio vectorial (tridimensional) del modelo de TH para descomponerse las sinergias y se construcción de indicadores. La datos provienen de todas las empresas noruegas registradas en el país 2002-2014, clasificadas por niveles geográficos, tecnológico y tamaño de empresa.	Se demuestra que el método de descomposición de sinergias proporciona información nueva y valiosa sobre los factores que conducen a la sinergia TH.
Strand y Leydesdor ff (2013)	Noruega	Estimar las características de las interacciones en una TH en términos de subdinámicas: desarrollo económico, producción de conocimiento organizado, y control político en el sistema de innovación de Noruega.	Uso de un método de información teórica sobre un conjunto completo de datos a nivel micro para todas las empresas norue- gas registradas durante el último trimestre de 2008, estudiado en niveles geográficos: sistema nacional, 7 regiones, 19 condados y 430 municipios.	La economía presenta un patrón de sinergias similar de subdinámicas en diferentes escalas geográficas: los condados y regiones de la costa occidental han alcanzado un equilibrio en mayor medida que otras partes del país; la sinergia más alta se encuentra en las comarcas industriales de la costa oeste.
Villarreal y Calvo (2015)	República Domini- cana	Validar y ampliar el modelo de triple hélice como un marco de referencia aplicado al caso del diseño de la estrategia nacional RDI, 2001 a 2007, para la Repú- blica Dominicana.	Como estudio de caso, mediante obtención de pruebas en revisión documental y evidencia física, tecnológica y cultural. Datos primarios fueron: entrevistas realizadas en el marco de la INPOLTEC proyecto internacional (2001-2007).	La TH es capaz de articular las relaciones Universi- dad-Empresa-Gobierno a la hora de establecer un Plan de Estrategia RDI nacional.

En un inicio, se reconocen varios trabajos que han venido contribuyendo con aportes teóricos que han ampliado el marco de análisis de la TH. Entro ellos, la literatura reconoce particularmente las contribuciones de Leydesdorff (2010), Leydesdorff (2013), Leydesdorff y Park (2014) que desarrollan el marco evolutivo de la TH respecto a la economía basada en el conocimiento; también a Ranga y Etzkowitz (2013), y a Etzkowitz y Ranga (2011) que ofrecen un marco conceptual TH que amplía la perspectiva para la comprensión de las fuentes y las vías de desarrollo de la innovación en aquellos países o regiones que tienen como objetivo mejorar su base de conocimientos y procesos innovadores.

En esta línea, en uno de los trabajados más recientes, el de Ivanova y Leydesdorff (2014), se considera que si bien el trabajo de la TH está relativamente bien explorado, y por lo general examinado en un momento específico en el tiempo, "una metodología para el análisis de la transición en el tiempo o marco teórico evolutivo de la TH, es un problema relativamente poco conceptualizado". Ivanova y Leydesdorff consideran que hasta ahora el modelo TH ha descansado principalmente en estudios de casos fenomenológicos, pero la falta de comprensión de los mecanismos que causan la evolución dinámica de la TH reduce significativamente la eficacia de este modelo. Ante esto, desarrollan una técnica analítica que permiten estudiar cómo los diferentes factores interactúan en un contexto sistémico, es decir, especificándose las relaciones la TH en términos de una formulación matemática.

Asimismo, los estudios más aplicados de la TH corresponden al análisis de las interacciones y sus impactos de los actores universidad-industria-gobierno en los procesos de innovación. Varios autores han analizado estas interacciones a distintos niveles geográficos de un país, ya que el marco de análisis de la TH no presupone un sistema geográficamente delimitado (Leydesdorff y Zawdie, 2010). Estudios como los de Strand y Leydesdorff (2013), Leydesdorff y Fritsch (2006), Brundin et al. (2008), Ranga y Etzkowitz (2013), Khan y Park (2013), centrándose en diferentes niveles geográficos e institucionales, buscan caracterizar las interacciones en términos de subdinámicas del desarrollo económico, producción de conocimiento organizado, y el control político en los sistemas de innovación, así como determinar el nivel de sinergias entre los actores TH.

Actualmente ha surgido una nueva literatura que hace énfasis en la internacionalización de los sistemas de innovación mediante la aparición de redes internacionales, reflejando que el sistema de la producción de conocimiento está siendo cada vez más globalizada (Smith y Leydesdorff, 2015). Entre esta literatura se pueden encontrar, por ejemplo, estudios recientes como los de Heitor (2015), Brulin et al. (2012), Leydesdorff y Sun (2009), que tratan de explicar las redes de interacción a nivel internacional de los actores de la TH, particularmente aquellas establecidas entre universidades.



Varios autores (Luengo y Obeso, 2013; Natário y de Almeida, 2011; Lopes da Silva et al., 2012) se han enfocado en ver las interacciones desde el sector empresarial (industria) hacia los otros actores de la TH, que generalmente tienen como propósito determinar el tipo de relaciones construidas y los factores que conducen a la interrelaciones. Desde la universidad, también se ha tratado de analizar la vinculación con el sector industrial y con el gobierno (Ibarra y Leyva, 2015; Marques et al., 2006; Heitor, 2015), reconociéndole a la universidad la condición de actor decisivo en la dinámica de innovación y generación de conocimiento, así como un lugar privilegiado en el desarrollo de las relaciones con otras instituciones académicas, gubernamentales y de la industria. También se han estudiado las interacciones bilaterales del modelo TH, como industria-gobierno (Segatto-Mendes y Mendes, 2006), pero dentro de la dinámica del sistema de innovación de la TH, como proceso lineal de la innovación. Aunque uno de los principales teóricos de la TH (Leydesdorff, 2013) determina que la perspectiva de la TH no renuncia a la legitimidad de estudiar las relaciones bilaterales, sin embargo, se puede esperar resultados más interesantes mediante el estudio de las interacciones entre las tres subdinámicas.

Algunas investigaciones que han estudiado los resultados e impactos en los sistemas de innovación al configurarse redes de TH han mostrado, en términos generales, que los sistemas de innovación se vuelven menos equilibrados en cuanto a tecnología y producción de conocimiento, es decir están en una frecuente dinámica evolutiva y cambiante en proceso de generación de conocimiento e innovación. Por ejemplo, Stek y van Geenhuizen (2015) llegan a este resultado al ver que la producción de patentes está creciendo a una velocidad mayor; pues esto corrobora que las procesos de innovación en los sistemas de innovación de la TH es un proceso desequilibrante, evolutivo y acumulativo en las recientes obras neoschumpeterianas (Saad, 2004).

Choi et al. (2015), por su parte, ha tratado de buscar un patrón global de relación TH entre países desarrollados y en desarrollo y determinar el impacto de la configuración del modelo en estos países. Los autores concluyen que los países desarrollados, en comparación con los países en desarrollo, mostraron una mayor participación en el sector de la industria, más colaboraciones universitarias con los sectores de la industria y del gobierno, y un efecto sinérgico más alto de la relación TH. Las diferencias de este resultado para países subdesarrollados se debe a la ausencia de redes de interacción de diferentes actores y capacidades de cada actor TH (Brundin et al., 2008; Saad, 2004). Así también, Etzkowitz et al. (2005) ha demostrado y concluido en su investiga-

ción que el desarrollo de redes de interacción bajo la TH permite aumentar el capital social y cubrir las brechas tecnológicas en países en desarrollo.

Si bien la literatura muestra una variedad de trabajos empíricos destinados a analizar las interrelaciones, efectos y configuraciones de la TH en los procesos de innovación, también se encuentran estudios que miden las dinámicas del proceso de innovación (Leydesdorff y Fritsch, 2006; Stek y van Geenhuizen, 2015; García y Velásquez, 2013; Mêgnigbêto, 2014), el grado en que las innovaciones se han convertido en sistémica (Strand y Leydesdorff, 2013), la configuración de la TH para medir economías basadas en conocimiento (Dolfsma et al., 2006), así como estudios que descomponen y analizan las sinergias en procesos de innovación (Strand et al., 2015), e inclusive la construcción de indicadores que tratan de predecir la eficiencia de interacciones entre dinámicas TH (Ivanova y Leydesdorff, 2015).

Hay que recalcar que estos estudio, a diferencia de los otros trabajos que analizan las interacciones en términos descriptivos y explorativos en base a encuestas, entrevistas, cuestionarios y fuentes secundarias (por ejemplo, Villarreal y Calvo, 2015; Luengo y Obeso, 2013; Etzkowitz, et al., 2005; Marques et al., 2006; Segatto-Mendes y Mendes, 2006), han construido sus propios indicadores bajo un marco teórico para luego evidenciarlo empíricamente.

Mêgnigbêto (2014), Leydesdorff y Fritsch (2006), por ejemplo, han construido un indicador en términos de potencia de transmisión de información mutua (un indicador de probabilidad) para conocer las interrelaciones de la TH en diferentes niveles. Esta medida ha sido considerada por Leydesdorff y Park (2014) como un indicador estructural que puede conllevar a la formulación de políticas señalando efectos inesperados.

Otros autores han construido indicadores en base a datos de patentes, generados mediante la búsqueda en Internet de un acervo de ocurrencias y combinaciones de palabras universidad-industria-gobierno para conocerse el nivel de interacciones TH (Alkemade et al., 2015; Ivanova y Leydesdorff, 2015; Stek y van Geenhuizen, 2015; Leydesdorff, 2003; Leydesdorff y Meyer, 2006), o usando como indicador las publicaciones científicas (Choi et al, 2015), o ambos indicadores (Leydesdorff, 2003).

La literatura reconoce el esfuerzo de varias investigaciones que tratan de construir y medir dinámicas de colaboración e interacción de los actores TH, a pesar de la dificultad que significa medir estas dinámicas debido a la complejidad de los sistemas de innovación en que se desarrollan, y también porque las estadísticas de innovación siguen siendo bastante in-

ciertas (Ivanova y Leydesdorff, 2015). Esto ha conllevado a que la TH, como marco teórico y analítico, no establezca indicadores concretos para su medición, sino que se propone como un modelo susceptible de medición empírica (Leydesdorff, 2003).

Por otro lado, la TH como propuesta de modelo de innovación alberga una amplia literatura. Estudios como de los Ibarra y Leyva (2015), Villarreal y Calvo (2015), Marques et al. (2006); Lu (2008); Segatto-Mendes y Mendes (2006), han tratado de evidenciar las características de las redes de innovación y proponen a la TH como un modelo para el análisis y configuración de los sistemas de innovación.

Otros autores han evidenciado la configuración del modelo para la innovación en ciertos sectores de interés; como el de Carlisle et al. (2013) que estudia la configuración de la TH en comparación con otro modelo para el logro de la innovación turística; Brundin et al. (2008) y Rodrigues y Melo (2012) analizan y proponen la TH como modelo de innovación y de desarrollo económico en países en desarrollo, e inclusive este último autor lo configura para contrarrestar los efectos de la última crisis económica. Erosa (2012), por su parte, desarrolla como modelo la TH, estudiando la cultura organizacional para la innovación.

En varios países, el modelo TH también se ha utilizado como una estrategia operativa para el desarrollo regional y fomentar la economía basada en el conocimiento (ver, por ejemplo, Jacob, 2006; Saad et al., 2008). Y otros que han llevado la configuración del modelo para ser aplicado en otros contextos temáticos (Herliana, 2015; Porto et al, 2012; Klitkou y Godoe, 2013; Gouvea et al., 2013; Cuñat, 2014; Stone, 2010). En resumen, la conclusión general de estos estudios es que llevar a cabo los procesos de innovación con las interacciones bajo el marco de la TH favorece los espacios y resultados de innovación y desarrollo económico a cualquier nivel, al ser aplicado.

Además, como instrumento para las políticas públicas de innovación basada en conocimiento, la TH se adapta a medidas institucionalistas (González de la Fe, 2009) y constituye un marco para el diseño e implementación de políticas de innovación. Los trabajos de Sunitiyoso, et al. (2012), Klitkou y Godoe (2013), Brulin et al. (2012) son evidencias empíricas que demuestran que la TH es una propuesta que ofrece razones que justifica y legitima decisiones políticas en materias de innovación y economía del conocimiento en países desarrollados y en desarrollo.

Por último, si bien la literatura muestra una amplia evidencia empírica de diferentes aspectos de la TH, los estudios desarrollados para los países de América Latina son escasos e incipientes; los trabajos existentes en esta región por lo general se concentran en Brasil, México y Colombia. En el caso de Perú, que será la unidad de análisis del presente estudio, no se ha encontrado evidencia alguna sobre el tema. La revisión de la literatura descrita en párrafos anteriores corresponde a diferentes estudios de diferentes países del mundo.

## 23. Conclusiones

La evidencia empírica del modelo TH se encuentran en torno a identificar diferentes estudios centrados principalmente en el análisis de las relaciones TH, en la construcción de indicadores y medición de estas relaciones, en la contribución teórica del modelo, y en el uso del modelo como un esquema para el diseño de acciones de promoción y desarrollo de la innovación.

Uno de los primeros alcances del modelo es que existen nuevas contribuciones teóricas en lo que se refiere a este. Estas contribuciones desarrollan el marco evolutivo de la TH respecto de la economía basada en el conocimiento, y otros que ofrecen un marco conceptual TH que amplía la perspectiva para la comprensión de las fuentes y las vías de desarrollo de la innovación en aquellos países o regiones que tienen como objetivo mejorar su base de conocimientos y procesos innovadores. La evidencia refleja que aun el modelo es susceptible de ampliar su marco teórico por ser un modelo relativamente nuevo.

Si bien las mayores evidencias están en torno al análisis de las interacciones y los impactos de los actores universidad-industria-gobierno en los procesos de innovación, existe una importante evidencia que contribuye a la medición de estas interrelaciones, efectos y configuraciones de la TH en los procesos de innovación, así como de las dinámicas del proceso de innovación y en particular en la configuración de la TH para medir economías basadas en conocimiento. Los ámbitos, objetivos y resultados de aplicación son heterogéneas en esta línea, pero dejan como evidencia un alcance amplio del análisis y medición de tales aspectos y que además hacen constar la oportunidad existente para llevar a cabo estudios a ámbitos más específicos y de gran necesidad de interacción conjunta entre universidad, industria y gobierno.

En línea con la identificación de indicadores que midan la configuración e interrelaciones de actores TH, están ausentes trabajos que hayan identificado indicadores para cada actor de la TH y, en conjunto, de la misma, y escasos trabajos que hayan analizado las relaciones TH en términos comparativos a nivel internacional. Nuevamente, esto refleja que hay un interesante camino por transitar, con investigaciones que tengan como objetivo construir medidas e indicadores más explícitos y esquemáticos del modelo

para el análisis y evaluación. Al respecto, el estudio de Medina (2015), del cual el presente artículo forma parte, es el primer intento dentro de la literatura TH que identifica indicadores de innovación y construye nuevos indicadores en base a patentes para medir las relaciones de los actores TH, y que es aplicable al análisis de cualquier sistema de innovación a nivel macroeconómico.

Si bien hay interesante evidencia de utilización del modelo TH como propuesta de análisis y configuración de los sistemas de innovación, la variedad es múltiple en el sentido de que se propone para diferentes aspectos, no solo para el desarrollo de la innovación, sino como esquema de planificación y de desarrollo económico. Las evidencias empíricas demuestran que la TH es una propuesta que ofrece razones que justifican y legitiman decisiones políticas en materias de innovación y economía del conocimiento, tanto en países desarrollados como en aquellos en desarrollo.

Finalmente, la literatura reconoce que el modelo TH está generando una gran infraestructura en conocimiento, innovación y desarrollo. La mayoría de países y regiones están actualmente tratando de alcanzar de alguna forma una TH de innovación, tomándolo como el modelo más sistémico y adecuado para lograr un mayor rendimiento de los procesos innovadores, y como una propuesta para salir de embates socioeconómicos hacia entornos y condiciones de desarrollo sostenibles en diferentes ámbitos.

## Referencias bibliográficas

- Aghion P. y Howit, P. (2009): "The economics of growth", MIT Press. Boston. Disponible en: http://digamo.free.fr/aghionh9.pdf
- Alkemade, F., Leydesdorff, L., Heimeriks, G. y Hoekstra, R. (2015): "Patents as Instruments for Exploring Innovation Dynamics: Geographic and Technological Perspectives on 'Photovoltaic Cells'", Scientometrics, vol. 102(1), pp. 629-651.
- Billón, M., Lera, F. y Ortiz, S. (2007). Evidencias del impacto de las TIC en la productividad de la empresa. ¿Fin de la «paradoja de la productividad»? Cuadernos de Economía. Vol. 30, Núm. 82, enero-abril, 2007, págs. 005-036.
- Brulin, G., Svensson, L., y Johansson, C. (2012): "Policy programmes to promote entrepreneurship and innovation: A study of the state of the art, design and impact issues", Journal of Strategic Innovation and Sustainability, vol. 8(1), pp. 36-45.
- Brundin, E., Wigren, C., Isaacs, E., Friedrich, C. y Visser, K. (2008): "Triple Helix networks in a multicultural context: triggers and barriers for fostering growth and sustainability", Journal of Developmental Entrepreneurship, vol. 13(1), pp 77-98.
- Carlisle, S., Kunc, M., Jones, E. y Tiffin, S. (2013): Supporting innovation for tourism development through multi-stakeholder approaches Experiences from Africa", Tourism Management, vol. 35, pp 59-69.
- Choi, S., Yang, J. y Park, H. (2015): "Quantifying the triple helix relationship in scientific research: Statistical analyses on the dividing pattern between developed and developing countries", Quality and Quantity, vol. 49(4), pp. 1381-1396.
  - Clark, N. y Juma, C. (1987): "Long-Run Economics: An Evolutionary Approach to
  - Economic Growth", London-New York: Pinter.

- Cuñat, R. (2014): "Cooperación entre la administración pública, la universidad y las empresas de inserción como vehículo para la creación de empleo continuo y sostenible", Perfil de Coyuntura Económica, vol. 23 (julio 2014), pp. 177-193.
- Dolfsma, W., Leydesdorff, L. y van der Panne, G. (2006): "Measuring the knowledge base of an economy in terms of triple-helix relations among 'technology, organization, and territory'", Research Policy, vol. 35(2), pp. 181-199.
- Dosi, G. (1982): "Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change", Research Policy, vol. 11 (3), pp. 147-162.
- Erosa, E. (2012): "Dealing with cultural issues in the Triple Helix Model implementation: a comparison among Government, University and Business Culture", Procedia Social and Behavioral Sciences, vol. 52, pp. 25 34.
- Etzkowitz, H. (2002): "The Triple Helix of University-Industry-Government: Implications for Policy and Evaluation", Working Paper 2002-11, ISSN 1650-3821, disponible en http://www.sister.nu/pdf/wp\_11.pdf
- Etzkowitz, H., Dzisah, J., Ranga, M., y Zhou C. (2007): "The triple helix model of innovation: University-industry-government interaction". Tech Monitor 14, pp. 14-23, disponible en http://www.techmonitor.net/tm/images/7/7d/07jan\_feb\_sf1.pdf
- Etzkowitz, H. y Carvalho de Mello, J. y Almeida, M. (2005): "Towards meta-innovation in Brazil: the evolution of the incubator and the emergence of a triple helix", Research Policy, vol. 34 (4), pp. 411-424.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L (1995): "The triple helix of university-industry-government relations: a laboratory for knowledge based economic development", EASST Rev., vol. 14(1), pp. 11–19.

- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000): "The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations", Research Policy, vol. 29 (2), pp. 109-123.
- Etzkowitz, H. y Ranga, M. (2011): "Spaces: A Triple Helix Governance Strategy for Regional Innovation", in: Rickne A., Laestadius and H. Etzkowitz (ed.), Regional innovation systems: The Swedish experience of policy, governance and knowledge dynamics, Routledge.
- Farley, S., Arnold, E., Bell, M., Ilzuka, M., Kok, E. y Assaf, G. (2007): "Innovation systems in practice: the relevance for industry in developing countries", Implications for UNIDO and its development partners. Vienna: UNIDO.
- Fritsch, M. y Slavtchev, V. (2006): "Measuring the Efficiency of Regional Innovation Systems an Empirical Assessment", En http://tu-freiberg.de/sites/default/files/ media/fakultaet-6-3307/fileadmin/Arbeitspapiere/2006/ fritsch 8 2006.pdf
- García, J. y Velásquez, J. (2013): "Variables para la medición de las capacidades de innovación tecnológica en instituciones universitarias, Revista Ciencias Estratégicas, vol. 22(30), pp. 267-284.
- González de la Fe, T. (2009): "El modelo de triple hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico, ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura, CLXXXV 738, pp. 739-755.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H. (1994): "The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies", Sage, London.
- Gouvea, R. Kassicieh, S. Montoya, M. (2013): "Using the quadruple helix to design strategies for the green economy", Technological Forecasting and Social Change, vol. 80 (2), pp. 221-230.
- Guimón, J. y Agapitova, N. (2013): "Why should governments of developing countries invest in R&D and innovation?" African Journal of Business Management, vol. 7(12), pp. 899-905.
- Heitor, M. (2015): "How university global partnerships may facilitate a new era of international affairs and Foster political and economic relations", Technological Forecasting and Social Change, vol. 95 (June 2015), pp. 276-293.
- Herliana, S. (2015): "Regional Innovation Cluster for Small and Medium Enterprises (SME): A Triple Helix Concept", Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 169, pp. 151-160.
- Ibarra, A. y Leyva, E. (2015): "Propuesta de un modelo de vinculación para una universidad basada en la triple hélice", Revista Global de Negocios, vol. 3(6), pp. 45-62.
- Ivanova, I. Leydesdorff, L. (2015): "Knowledge-generating efficiency in innovation systems: The acceleration of technological paradigm changes with increasing complexity", Technological Forecasting and Social Change, vol. 96, pp. 254-265.
- Ivanova, I. y Leydesdorff, L. (2014): "Rotational symmetry and the transformation of innovation systems in a Triple Helix of university-industry-government rela-

- tions", Technological Forecasting and Social Change, vol. 86 (July 2014), pp. 143-156.
- Jaffe, A. y Trajtenberg, M. (2002): "Patents, Citations, and Innovations: A Window on the Knowledge Economy", Cambridge, MA/London: MIT Press.
- Jacob, M. (2006): "Utilization of social science knowledge in science policy: Systems of Innovation, Triple Helix and VINNOVA", Social Science Information, vol. 45(3), pp. 431-462.
- Khan, G. y Park, H. (2013): "The e-government research domain: A triple helix network analysis of collaboration at the regional, country, and institutional levels", Government Information Quarterly, vol. 30, pp. 182-193.
- Klavans, R. y Boyack, K. (2009): "Towards a Consensus Map of Science", Journal of the American Society for Information Science and Technology, vol. 60(3), pp. 455-476.
- Kline, S.J. y Rosenberg, N. (1986): "An overview of inno vation", in: R. Landau, N. Rosenberg (Eds.), The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth, National Academy Press, Washington, D.C., p. 287.
- Klitkou, A. y Godoe, H. (2013): "The Norwegian PV manufacturing Industry in a Triple Helix perspective", Energy Policy, vol. 61 (October 2013), pp. 1586-1594.
- Leydesdorff, L. (2001): "Knowledge-based Innovation Systems and the Model of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations", disponible en http:// www.leydesdorff.net/new01/thmodel.pdf
- Leydesdorff, L. (2003): "The mutual information of university - industry – government relations: An indicator of the Triple Helix dynamics", Scientometrics, vol. 58 (2), pp. 445-467.
- Leydesdorff, L. (2013): "Triple Helix of University-Industry-Government Relations", in: Elias G. Carayannis (Ed.), Encyclopedia of Creativity, Innovation, and Entrepreneurship, New York: Springer, pp. 1844-1851.
- Leydesdorff, L. (2010): "The Knowledge-Based Economy and the Triple Helix Model", Annual Review of Information Science and Technology, Blaise Cronin (Ed.), vol. 44, pp. 367-417
- Leydesdorff, L. y Etzkowitz, H. (1996): "Emergence of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations", Science and Public Policy, vol. 23 (5), pp. 279-286.
- Leydesdorff, L. y Etzkowitz, H. (2001): "A Triple Helix of University-Industry-Government Relations: 'Mode 2' and the Globalization of 'National' Systems of Innovation", en Science under Pressure, The Danish Institute for Studies in Research and Research Policy.
- Leydesdorff, L. y Fritsch, M. (2006). "Measuring the knowledge base of regional innovation systems in Germany in terms of a Triple Helix dynamics", Research Policy, vol. 35(10), pp. 1538-1553.
- Leydesdorff, L., Kushnir, D. y Rafols, I. (2014): "Interactive Overlay Maps for US Patent (USPTO) Data Based on International Patent Classifications (IPC)", Scientometrics, vol. 98(3), pp. 1583-1599.



- Leydesdorff, L. y Meyer, M. (2006): "Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems: Introduction to the special issue forthcoming", Research Policy, vol. 35(10), pp. 1441-1449.
- Leydesdorff, L. y Park, H. (2014): "Can Synergy in Triple-Helix Relations Be Quantified? A Review of the Development of the Triple-Helix Indicator, Triple Helix: A Journal of University-Industry-Government Innovation and Entrepreneurship, vol. 1(4). pp, 1-18.
- Leydesdorff, L. y Sun (2009): "National and international dimensions of the Triple Helix in Japan: university—industry—government versus international co-authorship relations", Journal of the American Society for Information Science and Technology, vol. 60(4), pp. 778–788.
- Leydesdorff, L. y Zawdie, G. (2010): "The Triple Helix Perspective of Innovation Systems" Technology Analysis & Strategic Management, vol. 22(7), pp. 789-804.
- Lopes da Silva, C., Narcizo, R. y Cardoso, R. (2012): "The Proximity between Academy, Industry and Government: Towards a More Sustainable Development of a Brazilian Oil Region", Procedia-Social and Behavioral Sciences, vol. 52, pp. 100-109.
- Lu, L. (2008): "Creating knowledge-based innovation in china", Journal of Technology Management in China, vol. 3(3), pp. 249-263.
- Luengo, M. y Obeso, M. (2013): "El efecto de la triple hélice en los resultados de innovación", Revista de Administração de Empresas, vol. 53(4), pp. 388-399.
- Lundvall, B. (1992): "National Systems of Innovation toward a Theory of Innovation and Interactive Learning", Pinter Publishers, London, pp. 1-19.
- Marques, J., Caraça, J. y Diz, H. (2006): "How can university-industry-government interactions change the innovation scenario in Portugal? The case of the University of Coimbra", Technovation, vol. 26(4), pp. 534-542
- Medina, J.L. (2015): "La triple hélice de innovación: un modelo para la evaluación del desarrollo de la innovación, aplicado al caso de Perú". Trabajos de investigación. Facultad de Ciencias Económica y Administrativas. Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Mêgnigbêto, E. (2014): "Efficiency, unused capacity and transmission power as indicators of the Triple Helix of university-industry-government relationships", Journal of Informetrics, vol. 8 (1), pp. 284-294.
- Natário, M. y de Almeida, C (2011): "Dinâmicas e processos de inovação em regiões do interior de Portugal: Caso de estudo", Pecvnia, vol. 13, pp. 283-303.
- Nelson, R., (Ed.) (1993): "National Innovation Systems: a Comparative Study", Oxford Univ. Press, New York.
- OCDE (2010): "The OECD innovation Strategy". OECD, Paris.
- Porter, M. y Stern, S. (2001): "Innovation: Location matters", MIT Sloan School of Management, vol. 42(4), pp. 28-36.

- Porto, C., Médicis, M. y Mônica, D. (2012): "Health Universal Access and Innovation: the Triple Helix approach in Action", Procedia Social and Behavioral Sciences, vol. 52, pp. 236-245.
- Powell, W., Koput, K. y Smith-Doerr, L. (1996): "Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology", Administrative Science Quarterly, vol. 41(2), pp. 116-145.
- Ranga, M y Etzkowitz, H. (2013): "Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society", Industry and Higher Education, vol. 27(4), pp. 237-262, Special Issue "Innovation policy as a concept for developing economies: renewed perspectives on the Triple Helix system".
- Rodrigues, C. y Melo, A. (2012): "The Triple Helix Model as an Instrument of Local Response to the Economic Crisis", European Planning Studies, vol. 20(9), pp. 1483-1496.
- Saad, M. (2004): "Issues and challenges arising from the application of innovation strategies based on the triple helix culture: Experience of the incubation system in Algeria", International Journal of Technology Management and Sustainable Development, vol. 3 (1), pp. 17-34.
- Saad, M., Zawdie, G. y Malairaja, C. (2008): "The triple helix strategy for universities in developing countries: the experiences in Malaysia and Algeria", Science and Public Policy, vol. 35(6), pp. 431-443.
- Sábato, J. y Botana, N. (1968): "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", en Jorge Sábato (Compilador), Pensamiento latinoamericano en el problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia, Ediciones Biblioteca Nacional, Argentina (ISBN 978-987-1741-14-4).
- Segatto-Mendes, A., y Mendes, N. (2006): "University-industry technological cooperation for energy efficiency: A case study", Brazilian Administration Review, vol. 3(1), pp. 31-45.
- Shinn, T. (2002): "The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology", Social Studies of Science, vol. 32(4), 599-614.
- Smith, H. y Leydesdorff, L. (2015): "The Triple Helix in the Context of Global Change: Dynamics and Challenges", Prometheus (in press). Disponible en: http://www.leydesdorff.net/list.htm
- Stek, P. y van Geenhuizen, M. (2015): "Measuring the dynamics of an innovation system using patent data: A case study of South Korea, 2001-20102, Quality and Quantity, vol. 49(4), pp. 1325-1343.
- Stone, D. (2010): "Industry culture influences pseudo-knowledge sharing: A multiple mediation analysis", Journal of Knowledge Management, vol. 14(6), pp. 841-857.
- Strand, Ivanova, I. y Leydesdorff, L. (2015): "Decomposing the Triple-Helix Synergy into the Regional Innovation Systems of Norway: Firm Data and Patent Networks". Disponible en http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\_id=2567647.

Stranda, O. y Leydesdorff, L. (2013): "Where is synergy indicated in the Norwegian innovation system? Triple-Helix relations among technology, organization, and geography" Technological Forecasting and Social Change, vol. 80(3), pp. 471-484.

Sunitiyoso, Y., Wicaksono, A. Utomo, D. Putro, U. Mangkusubroto, K. (2012): "Developing Strategic Initiatives through Triple Helix Interactions: Systems Modelling for Policy Development", Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 52, pp. 140-149.

- Tidd, J., Bessant, J. y Pavitt, K. (2001): "Managing Innovation", 2nd edition, Chichester: John Wiley.
- Villarreal, O. y Calvo, N. (2015): "From the Triple Helix model to the Global Open Innovation model: A case study based on international cooperation for innovation in Dominican Republic", Journal of Engineering and Technology Management, vol. 35 (January-March 2015), pp. 71-92.

Webster, J., Watson, R. (2002) «Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review». MIS Quarterly, XXVI (2) 2003: xiii-xxiii.



