

Eficacia de los modelos de hélice como instrumentos para el desarrollo

Effectiveness of Helix Models as Instruments for Development

Oswualdo Getzemanly Moreno Villaseñor
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
2251367b@umich.mx
<https://orcid.org/0009-0006-2127-3421>

René Augusto Marín-Leyva
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
rene.marin@umich.mx
<https://orcid.org/0000-0002-4782-3798>

Fecha de recepción: 16 de agosto de 2024
Fecha de aceptación: 24 de septiembre de 2024
Fecha de publicación: 18 de noviembre de 2024

Los modelos de hélice son aquellos en los que diferentes actores colaboran para impulsar la innovación y la transferencia de conocimiento, con el fin de promover el desarrollo. Aunque existen teorías que abordan la posibilidad de múltiples hélices, conocidas como N-Tuple hélices, los modelos más comúnmente aplicados son la triple hélice, la cuádruple hélice y la penta hélice.

La triple hélice se centra en la interacción entre el gobierno, las universidades y las empresas. En el modelo de cuádruple hélice, se incluye, además, a la sociedad como un cuarto actor. Por su parte, la quintuple hélice incorpora factores adicionales que pueden variar según el autor, como recursos naturales, económicos o culturales, entre otros. De manera similar, en las N-Tuple hélices, se agregan otros actores que también pueden diferir dependiendo de la perspectiva del autor. Por estas razones, se puede afirmar que los modelos de hélice fundamentales son la triple y la cuádruple hélice.

El propósito de esta investigación es analizar si los modelos de hélice son eficaces como instrumentos para el desarrollo. La metodología empleada incluye una revisión bibliográfica bajo la metodología salsa, la misma que se plasma a través de un cuadro de análisis. En este cuadro, se evalúan los resultados de trabajos de investigación de diversos referentes teóricos sobre los modelos de hélice, con el objetivo de verificar si se acepta la hipótesis de que estos modelos son eficaces como instrumentos para el desarrollo.

Palabras clave: modelos de hélice, triple hélice, cuádruple hélice, desarrollo.

Helix models are frameworks in which different actors collaborate to drive innovation and knowledge transfer, aiming to promote development. Although theories have explored the concept of multiple helices, known as N-Tuple helices, the most commonly applied models are the triple helix, quadruple helix, and quintuple helix.

The triple helix focuses on the interaction between government, universities, and businesses. In the quadruple helix model, society is included as a fourth actor. Meanwhile, the quintuple helix incorporates additional factors that can vary by author, such as natural, economic, or cultural resources, among others. Similarly, in N-Tuple helices, other actors are added, which may also differ depending on the author's perspective. For these reasons, it can be argued that the foundational helix models are the triple and quadruple helix.

The purpose of this research is to analyze whether helix models are effective as tools for development. The methodology employed includes a literature review under the "salsa" methodology, presented through an analysis table. This table evaluates the results of research from various theoretical references on helix models, aiming to verify whether the hypothesis that these models are effective as tools for development is accepted.

Keywords: helix models, triple helix, quadruple helix, development

1. Introducción

En el marco del desarrollo y la innovación, los modelos de hélice han emergido como herramientas fundamentales para analizar y fomentar la colaboración entre diferentes actores en la sociedad. La interacción entre gobierno, universidades, empresas y, en algunos casos, la sociedad civil y otros elementos, ha resultado eficiente para la generación de conocimiento, la transferencia tecnológica y el impulso del crecimiento económico y social. A lo largo de las últimas décadas, se han propuesto y analizado múltiples variaciones de estos modelos, desde la clásica triple hélice hasta configuraciones más complejas como las N-Tuple hélices. Cada una de estas variantes se enfoca en la inclusión de diferentes actores, lo que refleja la diversidad de enfoques y contextos en los que se implementan.

La innovación se enfoca en crear novedades en productos, procesos, servicios y/o métodos, pero existen múltiples modelos con los cuales se puede fomentar la innovación. Entre los más destacados, se encuentran los modelos de hélice, que, como mencionan Etzkowitz y Leydesdorff (2000), buscan generar innovación y facilitar la transferencia de tecnología a través de la vinculación entre diferentes agentes.

Esta vinculación puede involucrar a diversos participantes, de los cuales los tres principales son el gobierno, las universidades y las empresas, lo que se conoce como la triple hélice. Sin embargo, algunos autores añaden más actores, como la sociedad, que representa la cuarta hélice. Debido a la variabilidad en el número de hélices según el autor, Leydesdorff (2012) ha adoptado el término N-Tuple hélice, el cual sugiere implementar la triple hélice como base fundamental.

El propósito de esta investigación es analizar si los modelos de hélice son eficaces como instrumentos para el desarrollo. Para ello, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿la implementación de los modelos de hélice como instrumentos para generar desarrollo son eficaces? Derivado de esta, se plantea como hipótesis que, efectivamente, los modelos de hélice son eficaces como instrumentos para generar desarrollo. Es por lo anterior que el objetivo del presente trabajo es conocer si la hipótesis se acepta o se descarta, es decir, determinar si es o no eficaz implementar los modelos de hélice como instrumentos para generar desarrollo. Para llevar a cabo la investigación, se utilizó un análisis de revisión sistémica de literatura con enfoque salsa (*search, appraisal, synthesis, and analysis* o búsqueda, evaluación, síntesis y análisis), mediante el cual se evalúa de manera rigurosa las publicaciones científicas de diversos autores y países.

Sobre la base de lo planteado por Navarro (2014), este estudio es de corte exploratorio por la novedad de la aportación científica; asimismo, es de alcance explicativo, puesto que analiza las relaciones causales entre la implementación de los modelos de hélice y el desarrollo.

De igual modo, este trabajo es crucial para entender la relevancia de fomentar e implementar los modelos de hélice como instrumentos para potenciar el desarrollo a través de la colaboración entre actores, dado que, como mencionan autores como Fernández *et al.* (2005), la excesiva focalización de la innovación, así como la falta de una adecuada adaptación, restringe el desarrollo local y regional, ya que no se aprovechan plenamente las capacidades y recursos disponibles. En ese sentido, existe investigación respecto de casos particulares de la implementación de modelos de hélice; no obstante, aquí se pretende

llenar el vacío existente en cuanto a la antología metodológica de dicha evidencia teórica y empírica, para ser un medio que aporte al conocimiento científico, sustento para el fomento e implementación de los modelos de hélice.

El documento se estructura comenzando con un resumen que ofrece una visión general del contenido, seguido de un primer apartado constituido por una introducción diseñada para contextualizar y orientar al lector sobre el objetivo y el enfoque. El segundo apartado proporciona contexto sobre el desarrollo, la innovación y los modelos de hélice. En un tercer momento, se presenta la metodología implementada para la investigación, la cual es una revisión sistémica de literatura bajo el enfoque salsa, especificando los criterios para su realización. En el cuarto apartado, a manera de resultados y como sustento, se plasma la antología en una tabla estructurada estratégicamente para su análisis y discusión, la cual se presenta en el quinto apartado y sirve como herramienta para dar respuesta a la pregunta de investigación y tomar una determinación respecto de la hipótesis. Esto último se observa en el sexto apartado, en el que se ofrecen las conclusiones, que resumen los hallazgos principales. Finalmente, el séptimo apartado brinda las referencias utilizadas.

Además, es importante señalar que este trabajo se fundamenta en una exhaustiva y rigurosa revisión sistémica de la literatura científica existente sobre estos modelos, la que se hizo bajo el enfoque salsa, con el objetivo de dar respuesta a la pregunta de investigación y ofrecer un veredicto sustentado respecto de la hipótesis de investigación.

2. El desarrollo, la innovación y los modelos de hélice

El desarrollo económico no es solo el crecimiento financiero, sino un proceso que busca mejorar las condiciones de bienestar económico, social y ambiental de poblaciones específicas, como lo menciona García (2018). La innovación es una herramienta clave para alcanzar este objetivo, pues introduce nuevos productos, servicios o procesos que transforman y renuevan los sistemas productivos. Albuquerque (2004) y Johnson y Lundvall (1994) destacan que la innovación implica crear algo nuevo o mejorar significativamente lo ya existente, lo que puede incrementar la competitividad y dinamizar la economía local y regional.

En este contexto, la acumulación de capital va más allá del aspecto financiero, como señala Palmitesta (2001), al incluir la acumulación de tecnología y conocimiento. Estos elementos son cruciales para renovar los sistemas productivos, incrementando la competitividad y, por ende, impulsando el desarrollo regional.

Por otro lado, la innovación puede definirse como la creación de algo nuevo, algo que antes no existía, la incorporación de un elemento diferenciador, el descubrimiento de un nuevo componente o la mejora significativa de un producto o proceso preexistente (Johnson y Lundvall, 1994; OCDE y Eurostat, 2005).

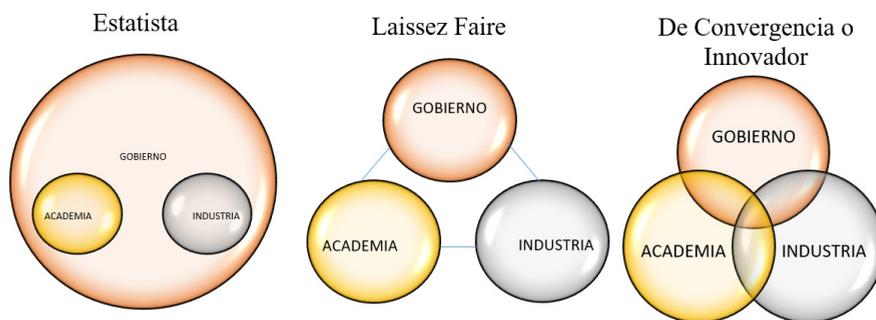
Lo mencionado en los párrafos anteriores se considera sustento para la presente investigación, debido a que los modelos de hélice son implementados en primera instancia para la generación de innovación, y de ellos se puede deducir que la innovación es clave para impulsar la economía y, con ello, el desarrollo. No obstante, de acuerdo con Fernández *et al.* (2005), la excesiva focalización de la innovación, así como la falta de una adecuada adaptación a ella, restringe el desarrollo local y regional, porque no se aprovechan

plenamente las capacidades y recursos disponibles, lo cual es un problema que se presenta muy frecuentemente en la búsqueda de desarrollo mediante el desarrollo. Es por esta razón que es crucial fomentar herramientas que permitan generar desarrollo basado en la innovación; por lo tanto, la utilidad de los modelos de hélice se hace evidente puesto que a través de estos se gestiona la innovación de manera colaborativa.

Dentro de la necesidad de implementar modelos que gestionen la innovación, surge el modelo de triple hélice, el cual fue el primero de su tipo, estableció la base para modelos posteriores, y se fundamenta en la interacción y colaboración entre tres actores principales: universidades, empresas y gobiernos. Estos actores trabajan conjuntamente para fomentar la innovación y facilitar la transferencia de tecnología.

De acuerdo con Etzkowitz (2002) y Etzkowitz y Leydesdorff (2000), existen tres variantes del modelo de triple hélice (véase la Figura 1):

Figura 1. Modelos de triple hélice



Fuente: Elaboración propia con base en *La triple hélice: universidad, industria y gobierno. Implicaciones para las políticas y la evaluación*, por H. Etzkowitz. <https://cises.anui.es.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=42150>.

- Modelo estadista: en el cual, la academia y la industria colaboran de manera indirecta, con el gobierno actuando como intermediario. Este modelo es particularmente común en países con economías secundarias, como la mayoría de los países latinoamericanos, y es una de las variantes más centralizadas del concepto de triple hélice, con el gobierno como el actor dominante. Aunque este enfoque puede ser eficaz en ciertos contextos, especialmente en economías dirigidas o en sectores estratégicos, también enfrenta limitaciones significativas en términos de flexibilidad y capacidad de adaptación. La elección del modelo adecuado depende del contexto socioeconómico y de los objetivos específicos de desarrollo e innovación de cada país o región (Etzkowitz, 2002, 2003; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000).
- Modelo Laissez Faire: refleja una configuración en la que la universidad, la industria y el gobierno operan de manera más independiente, con una menor intervención estatal y una mayor dependencia de las dinámicas del mercado. Si bien puede ofrecer flexibilidad y autonomía a los actores, su enfoque puede limitar la capacidad de desarrollar innovaciones estratégicas y orientadas a objetivos sociales más amplios, lo que puede ser un desafío en contextos que

requieren una colaboración más estrecha para abordar problemas complejos (Etzkowitz, 2002, 2003; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000).

- Modelo de convergencia o innovador: el más óptimo de acuerdo con diversos autores, pero también es el más difícil de adoptar, puesto que se prepara a cada uno de los actores para adaptarse a una vinculación íntegra y continua, en la que la vinculación, la interacción y la retroalimentación es constante. Dicho modelo es el más utilizado por los países primermundistas, y es considerado como el mejor para la generación de innovación. Asimismo, representa una visión avanzada y colaborativa de cómo las universidades, la industria y el gobierno pueden trabajar juntos para generar innovación. Por intermedio de la sinergia, la cocreación de conocimiento y la participación activa de todos los actores, este modelo ofrece un marco robusto para abordar los desafíos del siglo XXI, desde el crecimiento económico hasta la sostenibilidad y la inclusión social (Etzkowitz, 2002, 2003; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000).

Por otro lado, los mismos autores proponen un modelo enfocado en la inclusión de la sociedad dentro de dichas interacciones, a lo cual se le denomina la cuádruple hélice o tetra hélice. En este modelo, los representantes de la sociedad se integran de forma colaborativa, aportando necesidades, ideas y retroalimentación, principalmente, con la finalidad de lograr un mejor funcionamiento del modelo, mejorar las interacciones y gestionar una innovación más íntegra (Rivera y Alfaro, 2018).

El modelo de quinta hélice o penta hélice es la evolución de la cuádruple hélice, en la que se integra un quinto actor al modelo, primordialmente el medioambiente, y está diseñada para abordar la complejidad de los desafíos contemporáneos. Al incorporar a la sociedad civil y el medioambiente como actores clave, este modelo ofrece un enfoque más holístico y sostenible para la innovación. Aunque implica una mayor complejidad en la gestión y coordinación, sus ventajas en términos de sostenibilidad y legitimidad social lo convierten en un marco valioso para la innovación en el siglo XXI. No obstante, el mismo Leydesdorff propone descartar el uso de un modelo como este, porque considera que con actores diversos pueden surgir conflictos de intereses que requieren mecanismos de mediación y negociación eficaces (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Gutiérrez-Ortega *et al.*, 2022; Leydesdorff, 2012; Park *et al.*, 2005; Sudiana *et al.*, 2020).

Actualmente, en los modelos de hélice existe lo que se le llama la N-Tuple hélice, la cual representa una evolución del modelo de la triple hélice adaptada a un mundo cada vez más complejo y globalizado. Este enfoque reconoce que la innovación es un proceso multidimensional que involucra a una amplia variedad de actores, cada uno contribuyendo con sus propios recursos, conocimientos y capacidades. A pesar de que esta expansión introduce mayor complejidad en la gestión y coordinación, también ofrece una mayor flexibilidad y capacidad para abordar los desafíos contemporáneos. Así, la N-Tuple hélice resulta un modelo robusto y adaptable para el desarrollo económico, social y tecnológico (Leydesdorff, 2012).

Con base en lo mencionado en el presente apartado, se puede considerar que la vinculación entre desarrollo, innovación y los modelos de hélice radica en su capacidad para generar sinergias entre actores clave que impulsan la creación de conocimiento y su aplicación para el crecimiento económico, social y ambiental. Los modelos de hélice,

comenzando por el de triple hélice y evolucionando hacia configuraciones más complejas como la cuádruple y quíntuple hélice, facilitan la colaboración y el intercambio de recursos y capacidades entre estos actores. Esto facilita que la innovación se oriente de manera estratégica para enfrentar los desafíos y se consiga un desarrollo más equilibrado, sostenible e inclusivo.

3. Metodología implementada

Este estudio es de corte exploratorio por la novedad de la aportación científica. Además, es de alcance explicativo, puesto que analiza las relaciones causales entre la implementación de los modelos de hélice y el desarrollo, de acuerdo con lo planteado por Navarro (2014).

Asimismo, se utilizó un análisis de revisión sistémica de literatura de enfoque framework salsa, basándose en la estructura sugerida por Páramo (2020).

Lo antes mencionado es clave para lograr el propósito, cumplir con el objetivo, responder a la pregunta de investigación y tomar una postura ante la hipótesis planteada.

3.1. Search (búsqueda)

- Filtrado por palabras clave y términos de búsqueda: se seleccionaron términos relacionados con los “Modelos de triple hélice;” “Desarrollo económico;” “Innovación colaborativa” y otras variantes como “Triple hélix;” “Triple helix model;” “Regional development;” etc.
- Selección de bases de datos: se utilizaron bases de datos académicas reconocidas como Scopus, Dialnet, Academia.edu, Asociación Altec, Web of Science, Google Scholar, Redalyc, SciELO, ScienceDirect, ResearchGate, bibliotecas digitales universitarias, entre otras.
- Criterios de inclusión/exclusión: se aceptan publicaciones posteriores al año 2000, que es cuando surge un sustento teórico sólido acerca de los modelos de hélice, y se otorga preferencia a los textos más recientes. Los artículos revisados deben estar registrados debidamente y contar con el identificador DOI, ISBN o ISSN. De igual modo, deben tener un enfoque en desarrollo y los modelos de hélice.

3.2. Appraisal (evaluación)

Durante la búsqueda, se consultaron más de 70 trabajos de investigación, de los cuales fueron descartados los que no cumplían con los criterios de selección. Además, en aquellos que sí cumplían, se evaluó que tuvieran relevancia para la investigación, es decir, que respondieran de manera positiva a la siguiente pregunta: ¿el artículo aborda directamente la relación entre los modelos de hélice y el desarrollo? También se consideró que cuenten con variables de análisis, que tuvieran una metodología adecuada y robusta para estudiar el tema, que sus conclusiones fueran pertinentes y con resultados que aportaran al estudio, y que sus fuentes y referencias sean confiables y actualizadas. Finalmente, en los resultados

se muestran 17 investigaciones, que fueron las que cumplieron de manera positiva con los lineamientos y evaluación estructurados para esta metodología.

3.3. *Synthesis* (síntesis)

Posteriormente, se sintetizaron en un documento los hallazgos más importantes de cada investigación. Luego, se agruparon los estudios de acuerdo con el modelo de hélice que analizan, y se ordenaron de los más recientes a los más antiguos. Para dinamizar su uso, se agruparon en una tabla organizada en cinco columnas de la siguiente manera: autor y año de publicación, variables utilizadas, metodología utilizada, modelo de hélice en que se enfocan, resultados y/o conclusiones y/o aportaciones más importantes, y, finalmente, el país en el que se llevó a cabo el estudio.

3.4. *Analysis* (análisis)

Con base en la síntesis de los documentos, y sustentado principalmente en la tabla realizada, se procedió a analizar qué implican estos resultados para la relación entre los modelos de hélice y el desarrollo, bajo el precepto de que el análisis presenta un enfoque hacia aquella información que posibilite dar respuesta a la pregunta de investigación, que atienda a la hipótesis y que ayude a cumplir con el propósito y objetivos.

4. Resultados

Tabla 1. Cuadro de análisis sistemático de literatura inherente a los modelos de hélice

Autor(es)	Variables	Metodología	Modelo	Resultados	País
(Yang <i>et al.</i> ,2023)	Unidades interdisciplinarias intrauniversitarias.	Exploratorio	Triple hélice	Las organizaciones interdisciplinarias deben ser estratégicas para velar por el financiamiento y revisión del sector académico.	EE.UU.
(Klein y Pereira, 2021)	Revoluciones académicas y los modelos de universidades emprendedoras.	Revisión bibliográfica	Triple hélice	La universidad emprendedora contribuye a la configuración de un espacio de generación y apoyo a los cambios productivos favorables al desarrollo de las economías.	Brasil
(Sepúlveda, 2020)	Negocios, administraciones públicas, investigación y sociedad civil.	Recorrido epistemológico de los modelos económicos de innovación	Cuádruple hélice	Para generar desarrollo es necesaria la integración de los actores a través de mesas de trabajo entorno a la transferencia del conocimiento y de resultados investigativos con la sociedad misma.	Colombia
(Torres, 2019)	Vinculación mediante el uso de las TIC.	Revisión bibliográfica	Triple hélice	El uso de las TIC es indispensable para la vinculación e interacción entre actores.	Chile

(Rivera y Alfaro, 2018)	Alianzas estratégicas, sostenibilidad, cumplimiento de metas, trabajo colaborativo.	Análisis de redes sociales	Triple y cuádruple hélice	Este tipo de modelos implican construcciones sociales a lo largo del tiempo, donde la confianza mutua constituye un componente fundamental para el trabajo cooperativo.	El Salvador
(Bares, 2018)	Competencia laboral, capacidades innovadoras y detección temprana de talentos en los estudiantes.	Estudios de caso que evalúan la innovación	Cuádruple hélice	La industria y las universidades, deberían estar relacionadas con otro nivel educativo, como son los centros de formación profesional.	España
(Suárez, 2017)	Necesidades y potencialidades de los actores de la triple hélice. Responsables, inversión, proyectos exitosos y no exitosos, cooperación y comunicación.	Inductivo, cualitativo	Triple hélice	La falta de vinculación y de recursos, limita la investigación, el desarrollo y la innovación.	Colombia
(Sinisterra, 2017)	Variables proxy de la innovación, el número de solicitud de patentes y el número de empresas innovadoras.	Análisis exploratorio y métodos econométricos de análisis de datos de panel	Triple hélice	Las instituciones universitarias juegan un papel importante desde su gestión investigadora y docente en los procesos de solicitud de patentes y desde su gestión docente en la generación de empresas innovadoras, al menos en las comunidades con niveles de innovación altos.	España
(Inchausti, 2017)	Innovación y capital relacional.	Revisión bibliográfica, análisis descriptivo y factorial, modelo de causalidad	Triple hélice	El capital relacional incide positivamente en el desarrollo de la innovación en las empresas.	España
(Ponce y Güemes, 2017)	Recursos humanos, recursos económicos e infraestructura, vinculación.	Revisión bibliográfica, análisis SAM	Triple hélice	Identificar los factores que promueven e inhiben la vinculación en una región. Ayuda a realizar los cambios internos y estructurales que generen las políticas y actividades necesarias para fortalecer esas interacciones.	México
(Décaro et al., 2016)	Competitividad, formación empresarial, prácticas administrativas, laborales y productivas, la innovación (interna o externa), el progreso tecnológico.	Investigación documental	Triple hélice	Las oficinas de transferencia del conocimiento buscan el fomento tecnológico, pero su acceso es difícil, rezagado e incluso, a veces, inexistente.	México

(Luengo y Obeso, 2013)	Impacto económico respecto del porcentaje de innovaciones. Actividades de innovación de proveedores, competidores, universidad, consultores, laboratorios e institutos privados.	Revisión bibliográfica y ecuaciones estructurales	Triple hélice	Los resultados de la innovación dependen en gran medida de la importancia que dan los directivos de las empresas a la información proporcionada por cualquiera de los vértices de la triple hélice.	España
(Martínez, 2012)	Competitividad, infraestructura, desarrollo tecnológico, operaciones, mercadotecnia.	Quinta hélice sistémica	Penta hélice	La metodología quinta hélice sistémica (QHS) es una alternativa para formular y evaluar iniciativas de políticas públicas sectoriales, ofreciendo con ello un modelo que puede replicarse en otras regiones nacionales o incluso en el ámbito internacional.	México
(Leydesdorff, 2012)	Triple hélice, N-Tuple hélices, universidad, industria y gobiernos.	Experiencia y revisión bibliográfica	N-Tuple hélice	Mientras uno no sea capaz de operacionalizar y mostrar el desarrollo en el caso relativamente simple de tres dimensiones, se debe ser cauteloso al generalizar más allá del modelo TH a una N-tupla de hélices.	China, URSS, Japón, Hungría
(González, 2009)	Intervención pública, causas y efectos de las innovaciones, especialmente las basadas en conocimiento.	Revisión bibliográfica	Triple hélice	La triple hélice contribuye a la solución de problemas medioambientales y sociales; sin embargo, debe ser adaptada de acuerdo a las circunstancias.	España
(Park et al., 2005)	<i>Webometrix, scientometrics y technometrics.</i>	<i>Webometrics, scientometrics y technometrics</i>	Triple hélice	Las políticas deben ser encaminadas al fomento de la cooperación, la interacción y la innovación basada en el conocimiento.	Corea del Sur
(Etzkowitz, 2003)	Universidad, gobierno e industria.	Experiencia y revisión bibliográfica	Triple hélice	La triple hélice proporciona un marco flexible para guiar el desarrollo económico y social basado en el conocimiento.	Brasil

Fuente: Elaboración propia, apegado al análisis sistemático de literatura bajo el enfoque *framework salsa*.

5. Análisis y discusión de resultados

Esta investigación analiza la eficacia de los modelos de hélice (triple, cuádruple y penta hélice) como instrumentos para el desarrollo. Con ese fin se aplicó la metodología de revisión sistemática de la literatura bajo el enfoque *framework salsa*, contemplando estudios que abordan la relación entre innovación y desarrollo a través de la colaboración de actores clave como universidades, industrias, gobiernos y, en modelos más avanzados, la sociedad civil y el medioambiente. Los resultados se organizaron de acuerdo a su fecha de publicación, comenzando por los más recientes, según lo establecido en el tercer apartado del presente

documento.

Los resultados muestran que, si bien el modelo de triple hélice ha sido ampliamente utilizado en diversos contextos para impulsar la innovación mediante la interacción entre academia, industria y gobierno, existen barreras significativas en su implementación. Estudios como los de Suárez (2017) y Décaro *et al.* (2016) destacan que la falta de recursos y la limitada vinculación entre los actores restringen el potencial de innovación, particularmente en economías en desarrollo. Este problema también fue evidente en casos como el de Colombia y México, donde las oficinas de transferencia tecnológica no siempre logran los resultados esperados debido a la falta de financiamiento y coordinación.

Por otra parte, en economías avanzadas, el modelo hélice de convergencia o innovador se ha demostrado como el más eficaz. Este modelo, como menciona Etzkowitz (2003), promueve una colaboración constante y fluida entre los actores, lo que facilita la cocreación de conocimiento y acelera la implementación de tecnologías innovadoras. En países como Estados Unidos y España, los estudios muestran que este enfoque ha generado un impacto positivo en la creación de empresas innovadoras y el aumento de solicitudes de patentes, lo que ha impactado directamente en una mejoría en el desarrollo de dichas economías.

Con base en lo dicho por Klein y Pereira (2021) y por Sinisterra (2017), se puede considerar que el papel de las universidades es central en estos modelos, ya que no solo lideran en la investigación y la docencia, sino que impulsan la creación de empresas innovadoras y la transferencia de patentes.

De igual manera, el análisis de estudios relacionados con el modelo de cuádruple hélice, como el de Rivera y Alfaro (2018), señala que la inclusión de la sociedad fortalece los procesos de innovación, haciendo que las soluciones tecnológicas sean más integrales y alineadas con las necesidades sociales. Sumado a ello, las universidades emprendedoras, al fomentar cambios productivos, contribuyen con el desarrollo económico, especialmente cuando logran establecer redes de cooperación y confianza con la industria y el gobierno, por lo que el capital relacional es un factor clave en el éxito de la innovación empresarial y el desarrollo regional. De acuerdo con Martínez (2012), la incorporación del medioambiente en el modelo de penta hélice ofrece un enfoque de sostenibilidad, pero también introduce desafíos de coordinación que requieren mecanismos eficaces para gestionar los conflictos de intereses.

Por último, los desafíos para la innovación, como la falta de vinculación entre actores y la escasez de recursos, limitan el avance de la I+D+i en diversas regiones. Las oficinas de transferencia de conocimiento juegan un rol crucial, pero su eficiencia varía significativamente conforme con el acceso y apoyo que reciban (Décaro *et al.*, 2016). Para superar estas barreras, es esencial fortalecer la cooperación entre actores mediante el uso de TIC y asegurar que las políticas públicas promuevan la interacción basada en el conocimiento (Park *et al.*, 2005; Ponce y Güemes, 2017).

6. Conclusiones

La revisión sistemática realizada confirma la hipótesis planteada: los modelos de hélice, particularmente el de triple hélice, son eficaces como instrumentos para generar desarrollo

cuando se implementan correctamente. Sin embargo, la eficacia de estos modelos depende en gran medida del contexto socioeconómico y de la capacidad de los actores involucrados para coordinarse y gestionar recursos de manera eficaz. Estos modelos facilitan la interacción intersectorial y establecen una colaboración sistemática que ayuda a resolver problemas complejos, impulsando un desarrollo sostenible y equilibrado. En las economías desarrolladas, estos modelos de convergencia se destacan como los más exitosos, mientras que, en regiones menos avanzadas, la falta de financiamiento y vinculación entre los actores limita los resultados y, por ende, la eficacia de estos. Por lo tanto, se puede afirmar que el objetivo de la investigación, que era determinar la eficacia de estos modelos, se cumplió exitosamente.

La cooperación entre la academia, la industria y el gobierno actúa como motor de un sistema de innovación basado en el conocimiento, donde cada sector aporta elementos esenciales al ecosistema. Las universidades, por ejemplo, producen conocimientos a través de la investigación y la docencia, mientras que la industria convierte estos saberes en productos y servicios, y el gobierno establece un marco normativo que fomenta dicha interacción.

Una de las grandes fortalezas de este modelo es su capacidad de adaptarse a distintos contextos regionales y sectoriales, lo que permite ajustar la colaboración para maximizar su impacto según las necesidades locales. Las investigaciones indican que las regiones con una mayor interacción entre los tres sectores experimentan un desarrollo más rápido en términos de innovación tecnológica, mayor empleo en sectores de alta tecnología y un incremento en la competitividad global.

Además, la evolución hacia modelos más complejos, como el de cuádruple y penta hélice, ofrece un enfoque más holístico y sostenible para enfrentar los desafíos contemporáneos, al integrar a la sociedad y al medioambiente en el proceso de innovación. No obstante, estos modelos requieren un alto grado de coordinación y mecanismos de mediación para evitar conflictos de intereses.

Asimismo, los modelos de hélice promueven una retroalimentación continua entre los actores, optimizando la toma de decisiones y acelerando los procesos de innovación. La creación de centros de innovación híbridos, donde convergen los tres sectores, resulta esencial para aprovechar el conocimiento generado en las universidades y aplicarlo en la industria, con el respaldo normativo del gobierno.

La adecuada implementación de estos modelos constituye una herramienta estratégica clave no solo para resolver problemas económicos y tecnológicos, sino también para abordar desafíos sociales y ambientales. Los modelos de hélice, especialmente el de triple hélice, proporcionan un marco eficaz para fomentar el desarrollo basado en el conocimiento, facilitando la colaboración dinámica entre sectores, con un impacto positivo en la innovación, la competitividad y el desarrollo sostenible.

El acceso desigual a recursos entre economías avanzadas y en desarrollo fue un factor que afectó la eficacia de los modelos de hélice. En países con economías emergentes, la falta de financiamiento y la escasa vinculación entre los actores limitaron el potencial innovador. De igual forma, la falta de políticas públicas sólidas y el escaso uso de tecnologías de la información en algunas regiones restringieron la colaboración entre los actores clave, lo que afectó negativamente el desarrollo impulsado por la innovación.

Con base en el contenido del presente apartado, se puede considerar que los modelos de hélice representan una herramienta valiosa para fomentar el desarrollo, siempre que se adaptan a las necesidades y capacidades locales.

Este estudio aporta significativamente al conocimiento sobre la efectividad de los modelos de hélice, y destaca que su implementación adecuada contribuye al desarrollo sostenible, no solo económico, sino social y ambiental. Los hallazgos confirman que la colaboración intersectorial es crucial para generar innovación y enfrentar desafíos contemporáneos. En particular, el modelo de cuádruple hélice, que incorpora a la sociedad civil, y el de penta hélice, que añade la dimensión medioambiental, ofrecen un enfoque más integral.

Uno de los principales límites del estudio fue la dependencia en la revisión bibliográfica, lo que implica que no se realizó investigación empírica directa. En cuanto a los resultados, están condicionados por el contexto socioeconómico de los estudios revisados, muchos de los cuales se centraron en economías avanzadas, lo que podría limitar la aplicabilidad de los hallazgos en contextos menos desarrollados. Otro factor que pudo haber afectado el estudio es la variabilidad en la implementación de los modelos de hélice en diferentes países, lo que introduce diferencias significativas en los resultados obtenidos.

Investigaciones futuras podrían enfocarse en estudios empíricos que analicen la implementación práctica de los modelos de hélice, particularmente en economías emergentes, en los que los desafíos de recursos y vinculación son más pronunciados. También sería útil explorar el impacto a largo plazo de estos modelos en sectores específicos, como las energías renovables o la inteligencia artificial. Además, investigar la manera en que los avances de las TIC pueden mejorar la interacción entre los actores de las hélices podría ampliar las aplicaciones de estos modelos, facilitando su adopción en diversos contextos.

Rol del autor:

OGMV: conceptualización, metodología, investigación, diseño de la revisión de literatura, redacción del borrador inicial, redacción- revisión y edición.

RAML: administración de proyecto, conceptualización, investigación, redacción del borrador final, redacción- revisión y edición.

bibliografía

- Albuquerque, F. F.**
2004 *El enfoque del desarrollo económico local. Cuaderno de capacitación N° 1. Serie: Desarrollo Económico Local y Empleabilidad.* https://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/1251776298.area_enfoque_del.pdf
- Bares, L.**
2018 Helice portinnova: a case study of a quadruple helix model. *Revista contribuciones a las ciencias sociales*, 1-10. <https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/modelo-cuadruple-helice.html/hdl.handle.net/20.500.11763/cccss1803modelo-cuadruple-helice>
- Décaro, L., Soriano, M. y Soriano, J.**
2016 *Oficinas de transferencia del conocimiento una puerta de salida a la Invención.* Memoria del X Congreso de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad. <https://riico.net/index.php/riico/article/download/1402/1070/4974>
- Etzkowitz, H.**
2002 *La triple hélice: universidad, industria y gobierno. Implicaciones para las políticas y la evaluación.* <https://cises.anuiex.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=42150>
- Etzkowitz, H.**
2003 Innovation in innovation: the triple helix of university-industry-government relations. *Social Science Information*, 42(3), 293-337. <https://doi.org/10.1177/05390184030423002>
- 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*, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- Fernández de Lucio, I., Castro Martínez, E. y Zabala Iturriagagoitia, M.**
2005 *Estrategias regionales de innovación: el caso de regiones europeas periféricas*, (pp. 1-25). <https://digital.csic.es/bitstream/10261/10757/1/Estrategias%20Regionales%20de%20Innovacion%20DEFINITIVO.pdf>
- García, M.**
2018 *Antonio Vázquez Barquero. La práctica como teoría y la teoría como práctica de un economista del desarrollo*, (pp. 1-7). https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/684245/EM_58_25
- González, T.**
2009 El modelo de triple hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: Un análisis crítico. *Arbor. Ciencia, pensamiento y cultura*, 185(738), 739-755. <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1049>
- Gutiérrez Ortega, A., Mungaray Lagarda, A. y Osorio Novela, G.**
2022 Midiendo la incertidumbre en sistemas de innovación de Triple Hélice. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 33, 310-325. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.4837>
- Inchausti, M.**
2017 *Determinantes del capital relacional en la innovación: Una aplicación al sector de automoción español* [Tesis de doctorado].

bibliografía

- Universidad del País Vasco. https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/27623/TEISIS_INCHAUSTI_IRAZABAL_MARIA_ANGELES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Johnson, B. y Lundvall, B. A.**
1994 Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional. *Revista de comercio exterior*, 44(8), 695-704.
- Klein, S. B. y Pereira, F. C. M.**
2021 Entrepreneurial university: conceptions and evolution of theoretical models. *Revista pensamento contemporâneo em administração*, 14(4), 20-35. <https://doi.org/10.12712/rpca.v14i4.43186>
- Leydesdorff, L.**
2012 The triple helix, quadruple helix, ..., and an N-tuple of helices: explanatory model for analyzing the knowledge-based economy? *Journal of the knowledge economy*, 3(1), 25-35. <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0049-4>
- Luengo, M. y Obeso, M.**
2013 El efecto de la triple hélice en los resultados de innovación. *RAE - Revista de administração de empresas*, 53(4), 388-399. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155127925006>
- Martínez, R.**
2012 Fifth systemic helix (FSH), a method for assessing the international competitiveness of electronics sector in Baja California, Mexico. *Investigación administrativa*, 41(110), 34-48.
- Navarro Chávez, J. C. L.**
2014 *Epistemología y metodología*. Grupo Editorial Patria. <https://idoc.pub/documents/>
- epistemologia-y-metodologia-jose-cesar-lenin-navarro-chavez-on23q1yv90I0
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE y Eurostat.**
2005 *Manual de Oslo. Directrices para la recopilación, presentación de informes y utilización de datos sobre innovación*. (4.a ed.). OECD/Comunidades Europeas. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Palmitesta, L.**
2001 Desarrollo local. *Encuentro*, (59), 26-41. <https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i59.4122>
- Páramo, P.**
2020 *Cómo elaborar una revisión sistemática*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31465.85608>
- Park, H. W., Hong, H. D. y Leydesdorff, L.**
2005 A comparison of the knowledge-based innovation systems in the economies of South Korea and the Netherlands using triple helix indicators. *Scientometrics*, 65, 3-27. <https://doi.org/10.1007/s11192-005-0257-4>
- Ponce, I. y Güemes, D.**
2017 *Factores clave en la vinculación de la triple hélice: matriz del estado del arte*. 2017: XVII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica. https://www.researchgate.net/publication/320592401_FACTORES_CLAVE_EN_LA_VINCULACION_DE_LA_TRIPLE_HELICE_MATRIZ_DEL_ESTADO_DEL_ARTE

bibliografía

- Rivera, N. y Alfaro, M.**
2018 El desarrollo territorial a partir de un modelo de cuádruple hélice: universidad-gobierno-empresa-comunidad. *Desarrollo y territorio*, (4), 21-29. <https://desarrolloyterritorio.unvm.edu.ar/ojs/index.php/desarrolloyterritorio/article/view/461/364>
- Sepúlveda, Y.**
2020 *Gestión del conocimiento social: modelo de innovación abierta de la cuádruple hélice y su impacto en centros / institutos de investigación*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14973.38885>
- Sinisterra, N**
2017 *Actividades universitarias y sistemas regionales de innovación: caso español* [Tesis de maestría]. Universitat Politècnica de València. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/94305/SINISTERRA - Actividades universitarias y sistemas regionales de innovación%3A caso español..pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/94305/SINISTERRA_Actividades_universitarias_y_sistemas_regionales_de_innovacion%3A_caso_espanol..pdf?sequence=1)
- Suárez, M.**
2017 *Necesidades y potencialidades de los actores del modelo triple hélice en el desarrollo de proyectos investigación, desarrollo e innovación –I+D+I en las ciudades de Duitama y Paipa* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17545/23857803.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sudiana, K., Sule, E. T., Soemaryani, I. y Yunizar, Y**
2020 The development and validation of the penta helix construct. *Business: theory and practice*, 21(1), 136-145. <https://doi.org/10.3846/btp.2020.11231>
- Torres, P.**
2019 El modelo de la triple hélice como propuesta para incorporar innovación en la acuicultura nacional. *Revista gestión de las personas y tecnología*, 2(36), 59-75. <https://www.redalyc.org/journal/4778/477865646006/>
- Yang, L., Albats, E. y Etkowitz, H.**
2023 Interdisciplinary organization as a basic academic unit? *Industry and higher education*, 35(4), 173-187. https://www.researchgate.net/publication/344814704_Interdisciplinary_organization_as_a_basic_academic_unit