

Las interacciones de cuádruple hélice medidas desde la innovación, la industrialización, la economía y el desarrollo humano en México. Un panorama desde su incorporación a APEC (1993-2021)

Oswaldo Getzemany Moreno Villaseñor¹

René Augusto Marín Leyva²

Juan González García³

Resumen

Desde que México se unió a la Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC), el país ha experimentado transformaciones significativas en innovación, industrialización, economía y desarrollo humano, impulsadas por la adopción del modelo de cuádruple hélice. Este modelo incluye la colaboración entre empresas, gobierno, academia y sociedad para un desarrollo integral. La innovación en México ha sido promovida mediante teorías de Schumpeter y Lundvall, así como los modelos de triple y cuádruple hélice de Etzkowitz y Leydesdorff.

El modelo de cuádruple hélice, que incluye a la sociedad como un cuarto actor, ha sido crucial para orientar la innovación hacia las necesidades de la población, asegurando un enfoque integral y efectivo. Desde su incorporación a APEC, México ha aumentado su actividad inventiva y ha modernizado industrias clave gracias a políticas de libre comercio y la adopción de tecnologías emergentes. La integración en APEC ha favorecido el aumento de inversiones extranjeras, fortaleciendo sectores económicos diversos y promoviendo un entorno favorable para el comercio y la cooperación internacional.

En términos de desarrollo humano, la innovación ha creado beneficios directos para la sociedad y ha promovido el bienestar colectivo. La literatura revisada abarca desde textos clásicos hasta investigaciones recientes sobre la cuádruple hélice, la innovación, la industrialización, la economía y el desarrollo humano en México. Los estudios destacan la importancia de la colaboración entre universidades, gobierno y empresas, así como la participación de la sociedad en estos procesos.

La metodología utilizada en esta investigación es exploratoria y descriptiva, analizando documentos académicos y tesis relevantes. Se utilizaron datos del Banco Mundial para evaluar la evolución de las variables de la cuádruple hélice: solicitudes de patentes (innovación), valor agregado industrial (industrialización), PIB per cápita (economía) e Índice de Desarrollo Humano (desarrollo humano).

Los resultados muestran un crecimiento notable en la actividad innovadora y la industrialización, con fluctuaciones asociadas a crisis económicas. El PIB per cápita y el Índice de Desarrollo Humano han mostrado estabilidad y crecimiento, reflejando mejoras en la calidad de vida y el bienestar de la población.

¹ Doctorante en Ciencias del Desarrollo Regional, Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, email: 2251367b@umich.mx

² Doctor en Políticas Públicas, Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, email: rene.marin@umich.mx

³ Doctor en Ciencias Económicas, Universidad de Colima, email: jgogar@uocol.mx

El análisis estadístico reveló correlaciones positivas significativas entre la innovación, la industrialización, el crecimiento económico y el desarrollo humano. Estas correlaciones sugieren que la actividad de patentamiento y la industrialización impulsan el crecimiento económico y mejoran los indicadores de desarrollo humano. La riqueza económica se traduce en mejores condiciones de vida, educación y salud para la población.

Finalmente se concluye que, desde su incorporación a APEC, México ha logrado avances significativos en innovación tecnológica, desarrollo industrial, crecimiento económico y desarrollo humano. La estabilidad y el crecimiento observados indican un entorno favorable para la innovación y el desarrollo sostenido, destacando la importancia de políticas y estrategias continuas para mantener y potenciar este progreso.

Conceptos clave: Cuádruple hélice; innovación, industrialización, economía, desarrollo humano, APEC.

Introducción

Desde su incorporación a la Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC), México ha experimentado una serie de transformaciones significativas en los ámbitos de la innovación, industrialización, economía y desarrollo humano. Estos cambios han sido impulsados por la adopción de modelos de hélice, particularmente el modelo de la cuádruple hélice, que incorpora la colaboración entre empresas, gobierno, academia y sociedad para fomentar el desarrollo integral del país.

La gestión de la innovación puede abordarse mediante diversos métodos, desde las teorías de Schumpeter y Lundvall hasta los modelos de innovación desarrollados por Etzkowitz y Leydesdorff. Estos últimos promovieron el modelo de la triple hélice, que involucra la colaboración entre empresas, gobierno y academia. Este modelo ha sido fundamental para impulsar la innovación, pero en años recientes ha evolucionado hacia la cuádruple hélice, que incluye a la sociedad como un cuarto actor clave. Esta inclusión es crucial para orientar las actividades de innovación hacia la satisfacción de las necesidades de la población, asegurando un enfoque más integral y efectivo.

Desde su ingreso a APEC, México ha visto un notable crecimiento en la innovación, industrialización, economía y desarrollo humano. La innovación ha sido un motor crucial para este progreso, con un aumento en la actividad inventiva y un compromiso firme con el desarrollo tecnológico y científico. La industrialización ha avanzado significativamente, impulsada por políticas de apertura económica y libre comercio, así como la modernización de industrias clave y la adopción de tecnologías emergentes.

La integración de México en APEC también ha favorecido el incremento de inversiones extranjeras directas, fortaleciendo sectores económicos diversos y promoviendo un entorno favorable para el comercio y la cooperación internacional.

En términos de desarrollo humano, la innovación social ha jugado un papel vital en mejorar la cohesión social y reducir la pobreza, creando beneficios que impactan directamente en la sociedad y promoviendo el bienestar colectivo.

Este análisis se basa en una revisión exhaustiva de la literatura y el estudio de diversos indicadores clave, como solicitudes de patentes, valor agregado industrial, PIB per cápita e Índice

de Desarrollo Humano (IDH), para evaluar la evolución y las interrelaciones de estos factores desde la incorporación de México a APEC. Los resultados reflejan un progreso significativo, aunque con desafíos y fluctuaciones que requieren políticas y estrategias continuas para sostener y potenciar el desarrollo integral del país.

Contexto de la cuádruple hélice, la innovación, la industrialización, la economía y el desarrollo humano en México desde su incorporación a APEC

Cuádruple hélice

La innovación puede ser gestionada a través de varios métodos, desde las teorías de Schumpeter y Lundvall hasta los modelos de innovación desarrollados por Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff. Estos últimos son los impulsores de un modelo de colaboración que involucra a empresas, gobierno y academia. Este enfoque de innovación se conoce como la triple hélice y se considera la base para la operación de los modelos de hélice.

Los modelos de hélice se basan en tres actores principales: el gobierno, las empresas y la academia. La participación activa de estos tres actores es esencial. Sin embargo, recientemente, el modelo ha sido adaptado según las necesidades de los proyectos y la perspectiva del autor que lo analiza. Uno de los modelos más destacados y que está ganando aceptación es el de la cuádruple hélice, en el cual se incorpora a la sociedad como el cuarto actor, desempeñando un papel crucial en la gestión de actividades orientadas a satisfacer las necesidades de la población. Algunos autores añaden más hélices a los modelos, incluyendo actores como el ecosistema, los medios, y las tecnologías de la información. Leydesdorff denomina a esto la N-tuple hélice, aunque sugiere mantener el enfoque en el modelo original y considerar las hélices adicionales como elementos complementarios en lugar de actores principales. De lo contrario, podrían surgir dificultades en la aplicación del modelo, limitando o anulando la innovación (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Leydesdorff, 2012).

La innovación, la industrialización, la economía y el desarrollo humano en México desde su incorporación a APEC

Desde su incorporación a la APEC, México ha experimentado diversas transformaciones en cuanto a innovación, industrialización, economía y desarrollo humano. La innovación ha jugado un papel crucial en el crecimiento y desarrollo del país. Estudios indican que la tecnología y la investigación son factores esenciales para el crecimiento económico sostenible. Las patentes, por ejemplo, son indicadores valiosos de actividad inventiva y reflejan el compromiso del país con la innovación tecnológica y científica (Beltrán-Morales, Almendarez-Hernández and Jefferson, 2018; Trejo Berumen et al., 2018)

La industrialización en México ha sido un proceso continuo que ha visto importantes avances en los últimos años. La apertura económica y las políticas de libre comercio han facilitado la modernización de industrias clave y han incrementado la competitividad internacional del país. Además, el enfoque en la manufactura avanzada y la adopción de tecnologías emergentes han sido vitales para mantener el ritmo con la globalización (Flores and FORBES México, 2018)

En términos económicos, la integración de México en APEC ha favorecido el aumento de inversiones extranjeras directas, promoviendo un entorno favorable para el comercio y la

cooperación internacional. Esto ha resultado en un fortalecimiento de diversos sectores económicos, incluyendo el tecnológico y el manufacturero. El gobierno mexicano ha implementado diversas políticas para incentivar la innovación, como el Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología (EFIDT), que busca aumentar la inversión privada en investigación y desarrollo (Secretaría de Economía, 2023)

El desarrollo humano también ha sido impactado positivamente. La innovación social se ha convertido en una estrategia importante para mejorar la cohesión social y reducir la pobreza. Este enfoque se centra en la creación de beneficios que permean desde la base de la sociedad, promoviendo cambios en paradigmas y relaciones interpersonales que favorecen el bienestar colectivo (Trejo Berumen *et al.*, 2018; Bauza and KPGM, 2023)

Es por lo mencionado en los párrafos anteriores que se puede considerar que la incorporación de México a APEC ha sido un motor para la innovación, industrialización, mejora económica y desarrollo humano. Las políticas gubernamentales y las inversiones en tecnología e innovación continúan siendo fundamentales para el progreso sostenible del país, sin embargo, en la presente investigación se realizará un análisis de carácter cualitativo y principalmente, cualitativo, en el cual se analiza a través de indicadores el comportamiento que han presentado dichos factores desde su incorporación al foro.

Análisis de literatura

Para la presente investigación es crucial la revisión de literatura que va desde los textos clásicos hasta los últimos documentos disponibles respecto a la cuádruple hélice, así como aquellas investigaciones ya existentes respecto a la innovación, la industrialización, la economía y el desarrollo humano.

Para ello, se analizaron investigaciones sobre vinculación entre la universidad, el gobierno y la empresa, así como los que contemplan a la sociedad, es decir, análisis de los modelos de triple hélice y cuádruple hélice (véase tabla 1); así mismo se realizó una indagación literaria de diversos estudios inherentes a la innovación, la industrialización, la economía y el desarrollo humano en México (véase tabla 2).

Tabla 1. Revisión de literatura acerca de los modelos de hélice.

Autor (es)	Análisis
Triple hélice	
(Etzkowitz, 2002)	En la actualidad, los actores involucrados en la triple hélice deben adaptarse constantemente a los cambios políticos y tecnológicos que afectan su convergencia. Estos cambios están transformando la forma en que se produce la innovación y se aprovecha el conocimiento.
(Park, Hong and Leydesdorff, 2005)	En el contexto del modelo de triple hélice, cada participante desempeña un rol crucial. Sin embargo, es fundamental que el gobierno establezca y aplique políticas que permitan a las empresas desarrollar tecnología, mientras que la academia contribuye con su conocimiento. Esto fomenta la cooperación, la interacción y la innovación basada en el saber.

(Ponce and Guemes, 2008) En el contexto del modelo de triple hélice, es fundamental reconocer los elementos que impulsan o dificultan la conexión en una región. Estas acciones contribuyen a cambios internos y estructurales, lo que a su vez requiere la formulación de políticas y actividades para fortalecer las interacciones entre los actores involucrados.

Cuádruple hélice

(Urta, 2017) A pesar de la crisis global actual, y en contraposición a lo que podría suponerse, resulta beneficioso implementar un enfoque que, más allá de la triple hélice, incluya a las comunidades en sus interacciones para fomentar la innovación social y el desarrollo integral mediante la creación de redes y la colaboración en proyectos e instituciones compartidas.

(González, Lavín and Pedraza, 2020) En el contexto del modelo de cuádruple hélice, la sociedad civil desempeña un papel relevante al fomentar el emprendimiento tecnológico mediante su participación en procesos que incluyen proyectos colaborativos, eventos y programas de intercambio para estudiantes.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Revisión de literatura sobre la innovación, la industrialización, la economía y el desarrollo humano en México.

Autores	Análisis
Innovación	
(Laines-Alamina, Silva-Almanza and Guajardo-Muñoz, 2022)	Analiza la digitalización de la industria en México mediante la colaboración entre universidades, industria y gobierno, destacando el papel de la triple hélice en el fortalecimiento de la competitividad industrial.
(Corona-Treviño, 2015)	Propone un marco de Sistema Nacional de Innovación Abierto (ONIS) para México, que incluye a las empresas, universidades, centros de investigación y el gobierno como agentes clave. Analiza cómo las políticas gubernamentales pueden facilitar la comercialización del conocimiento científico y tecnológico en el mercado.
(Maldonado-Guzmán <i>et al.</i> , 2019)	Investiga la relación entre las capacidades de innovación y el rendimiento empresarial de las PYMEs en Aguascalientes, México. Se encontró que la innovación en productos, procesos, marketing y gestión tiene un efecto positivo y significativo en el retorno empresarial de las PYMEs mexicanas.
(Maldonado-Guzmán <i>et al.</i> , 2019)	Examina las patentes en nanotecnología en México, analizando el crecimiento de patentes en los últimos 20 años, la distribución entre instituciones privadas y públicas, y los sectores económicos involucrados en I+D. Concluye que la mayoría de las patentes están en investigación básica y no en productos finales.
Industrialización	
(Furness and Trautner, 2020)	Explora la política industrial en México y su impacto en la transformación estructural del país, abordando la importancia de la coordinación entre gobierno, empresas y academia en el modelo de hélice.

(Brune and Kerwin, 2019)	Examina cómo el gobierno mexicano ha influido en el desarrollo industrial a través de políticas y programas específicos, destacando la importancia de la colaboración entre el sector público y privado.
Economía	
(German-Soto, Soto and Gutiérrez, 2020)	Examina cómo la innovación afecta al crecimiento económico en México, menciona que el apoyo público a la innovación tiene diferentes efectos según el grado de desarrollo económico de las áreas, con mayor elasticidad en las zonas menos desarrolladas, para reducir las desigualdades regionales, se sugiere priorizar proyectos intensivos en alta tecnología y adoptar una perspectiva regional.
(Pahskevich, Haftor and Pashkevich, 2021)	Examina cómo los modelos de hélice han influido en el desarrollo económico de México, con un enfoque en la cooperación entre empresas, academia y gobierno.
(Unger, 2017)	Analizan las experiencias de innovación de las empresas en el contexto de sistemas de innovación y fallas del mercado con el propósito es resolver las fallas del mercado que obstaculizan la disposición de las empresas para asumir riesgos e incertidumbre en la innovación, destacando la falta de rentabilidad en actividades no comerciables, lo que afecta la inversión en innovación, así como la falta de continuidad en los esfuerzos de innovación por parte de las empresas.
Desarrollo Humano	
(Dioikitopoulos, Minos and Vadoros, 2020)	Explora la interrelación entre el desarrollo humano y la innovación en México, enfatizando cómo las políticas de innovación pueden mejorar la calidad de vida y reducir la desigualdad.
(Liang <i>et al.</i> , 2020)	Examina cómo la inclusión de la sociedad civil en los modelos de hélice ha impactado el desarrollo humano en México, mejorando la participación comunitaria y la equidad social.

Fuente: elaboración propia

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se elaboró con una metodología de corte exploratorio y descriptiva, donde se analizaron temas que involucran los modelos de hélices, la innovación, la industrialización, la economía y el desarrollo humano en México.

En el análisis de la literatura, se examinaron documentos académicos y tesis. Se destacan aquellos de enfoque científico que contribuyen significativamente a este estudio.

Es trascendental mencionar que cada variable representa un actor de la cuádruple hélice, así mismo los indicadores que se utilizarán para medir las variables (tabla 3) son los siguientes:

Tabla 3. Variables e indicadores.

Actor	Variables	Indicadores
Academia	Innovación	Solicitudes de patentes
Empresas	Industrialización	Industriación Valor Agregado (US\$ a precios constantes de 2010)
Gobierno	Economía	Producto Interno Bruto per cápita (US\$ a precios constantes de 2010)
Sociedad	Desarrollo humano	Índice de Desarrollo Humano

Fuente: elaboración propia.

En el análisis de datos, se utilizan registros obtenidos del Banco Mundial. Estos datos se representan gráficamente mediante líneas para mostrar su evolución histórica. Luego, se realiza un análisis descriptivo que incluye los valores máximos y mínimos históricos, así como medidas de tendencia central como la media y la desviación estándar. La media se calcula sumando todos los valores en un conjunto de datos y dividiendo el total por el número de datos (ver ecuación 1). Por otro lado, la desviación estándar mide cuánto se alejan los valores de datos de la media en un conjunto de muestras (ver ecuación 2). Además, se lleva a cabo un breve análisis de correlación bivariada utilizando la metodología de Pearson, que mide la fuerza de la correlación lineal entre los valores cuantitativos emparejados x e y en una muestra (ver ecuación 3). El coeficiente de correlación lineal varía entre -1 y 1; si es negativo, indica una correlación negativa, mientras que valores cercanos a 1 indican una mayor correlación (Triola, 2013).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Dónde:

\bar{x} = media

$\sum x$ = suma de todos los valores de datos

n = número de valores de datos

$$s = \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

Dónde:

s = desviación estándar

n = muestra

$\sum x$ = suma valores originales de la muestra

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}} \quad (3)$$

Donde:

r = coeficiente de correlación lineal para los datos *muestrales*

n = número de *pares* de datos muestrales.

\sum = expresa la suma de los elementos indicados

$\sum x$ = suma de todos los valores x .

$\sum x^2$ = indica que cada valor x debe elevarse al cuadrado y después esos cuadrados deben sumarse.

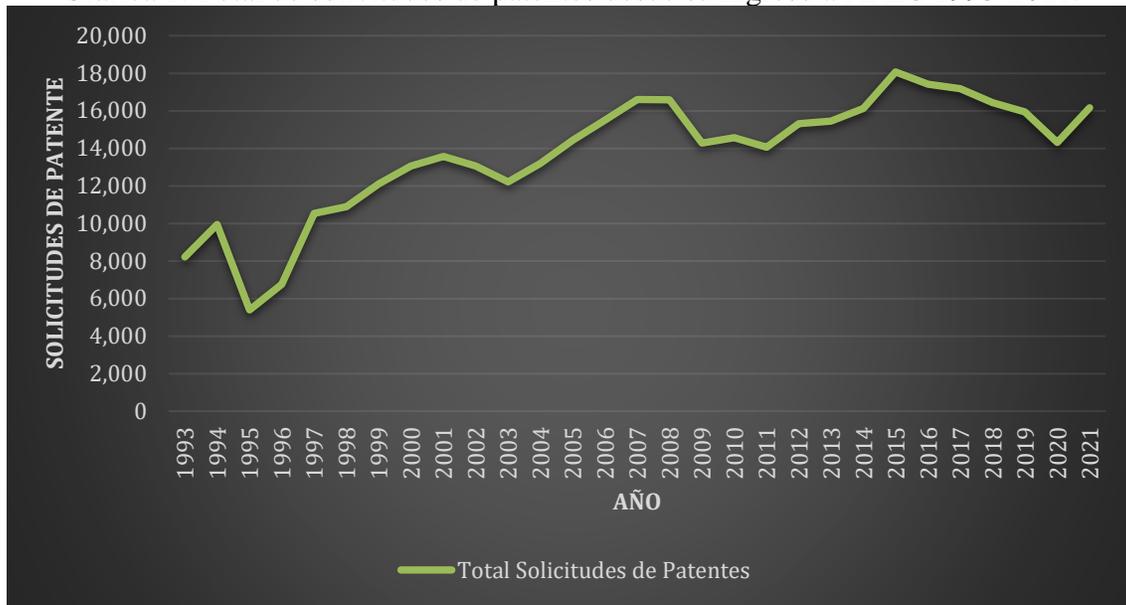
$(\sum y)^2$ = indica que los valores de x deben sumarse y el total debe elevarse al cuadrado.

$\sum xy$ = indica que cada valor x debe multiplicarse por su correspondiente valor y . Después se debe obtener la suma de todos esos productos.

Resultados

Los datos se obtuvieron de Banco Mundial (2023), y se tomaron aquellos que van desde 1993 hasta 2021, mismos que se ordenaron a manera de datos de panel y, a continuación, se presenta dicha información de manera graficada.

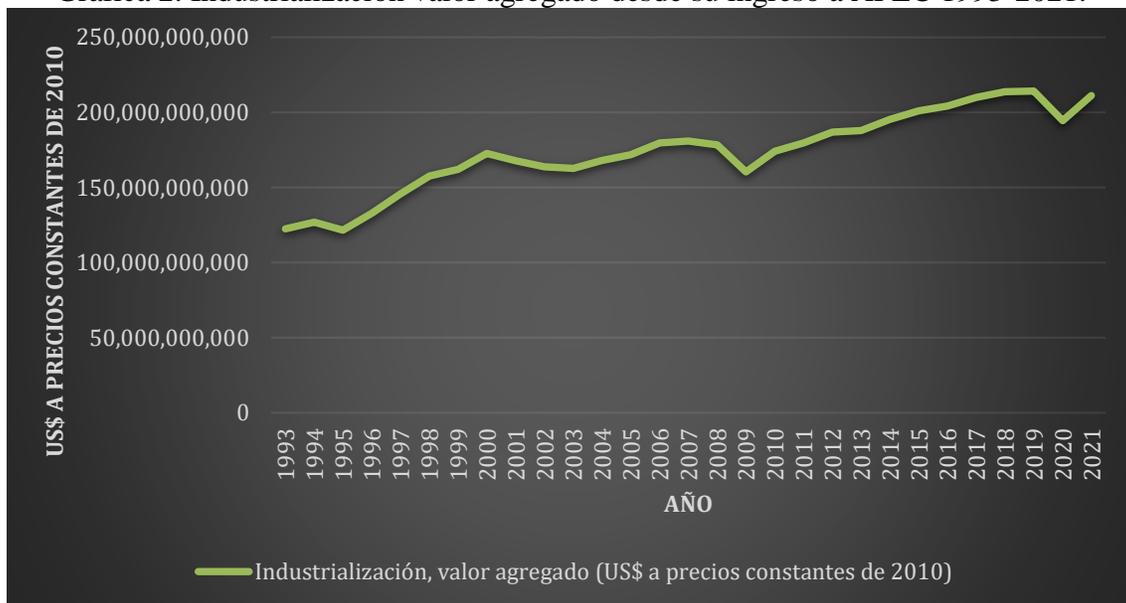
Gráfica 1. Total de solicitudes de patentes desde su ingreso a APEC 1993-2021.



Fuente: elaboración propia con base en datos de Banco Mundial (2023).

En la gráfica 1 se presentan los datos del total de solicitudes de patentes, mismos representan a la variable innovación, es decir, al actor academia de la cuádruple hélice. En esta gráfica se puede observar que de manera general se ha presentado un comportamiento inestable con una ligera tendencia creciente a lo largo del tiempo, resaltando un importante decrecimiento en 1995.

Gráfica 2. Industrialización valor agregado desde su ingreso a APEC 1993-2021.

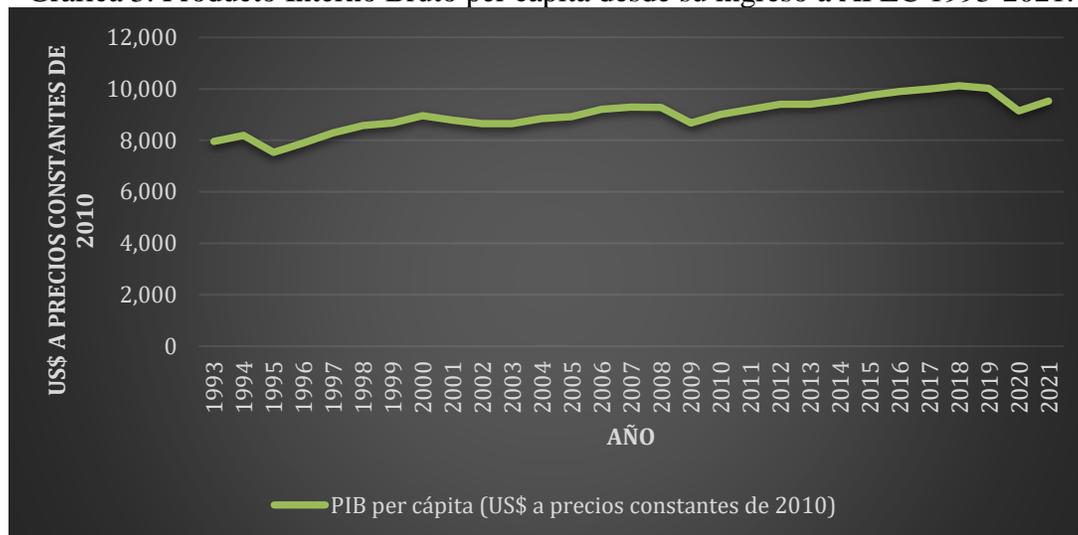


Fuente: elaboración propia con base en datos de Banco Mundial (2023).

LAS INTERACCIONES DE CUÁDRUPLE HÉLICE MEDIDAS DESDE LA INNOVACIÓN, LA INDUSTRIALIZACIÓN, LA ECONOMÍA Y EL DESARROLLO HUMANO EN MÉXICO, UN PANORAMA DESDE SU INCORPORACIÓN A APEC (1993-2021)

En la gráfica 2 se presentan los datos de la industrialización a valor agregado, mismos representan a la variable industrialización, es decir, al actor empresas de la cuádruple hélice. En esta gráfica se puede observar que de manera general se ha presentado un comportamiento ligeramente creciente, más no significativo con algunos decrecimientos en 1995, 2009 y 2020, los cuales podrían estar asociados a las crisis económicas de los años inmediatos anteriores.

Gráfica 3. Producto Interno Bruto per cápita desde su ingreso a APEC 1993-2021.



Fuente: elaboración propia con base en datos de Banco Mundial (2023).

En la gráfica 3 se presentan los datos del Producto Interno Bruto per cápita, mismos representan a la variable economía, es decir, al actor gobierno de la cuádruple hélice. En esta gráfica se puede observar que de manera general se ha presentado un comportamiento relativamente estable, ligeramente creciente, pero al igual que la industrialización presenta decrecimientos 1995, 2009 y 2020, los cuales podrían estar asociados a las crisis económicas de los años inmediatos anteriores.

Gráfica 4. Índice de desarrollo humano desde su ingreso a APEC 1993-2021.



Fuente: elaboración propia con base en datos de Banco Mundial (2023).

En la gráfica 4 se presentan los datos del Índice de Desarrollo Humano, mismos representan a la variable desarrollo humano, es decir, al actor sociedad de la cuádruple hélice. En esta gráfica se puede observar que de manera general se ha presentado un comportamiento generalmente creciente de manera constante, no obstante, presenta un decrecimiento significativo en 2020, lo cual se podría atribuir a la crisis mundial por la pandemia de Covid-19.

La información presentada anteriormente se procesó a través del programa StataMp 13.0 para realizar un análisis estadístico descriptivo, y se obtuvieron los datos presentados en la tabla 4 que a continuación se muestra:

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de los indicadores de México de 1980 a 2021

Indicador	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Solicitudes de patentes	13,702	3,176.35	5,393	18,701
Industrialización	1.74e+11	2.67e+10	1.22e+11	2.14e+11
PIBpc	9,012.47	659.45	7,529.85	10,120.36
IDH	0.73	.03	.67	.78

Fuente: elaboración propia a través del programa StataMP 13.0 con base en datos de Banco Mundial (2023).

De acuerdo con la tabla 4, se puede observar que para las solicitudes de patentes la media de 13,702 solicitudes de patentes indica un nivel significativo de actividad inventiva. La desviación estándar de 3,176.35 sugiere una variabilidad moderada en el número de solicitudes anuales, lo que refleja posibles fluctuaciones en la capacidad de innovación y en la aplicación de nuevas tecnologías.

Para la industrialización la media indica un alto nivel de industrialización, reflejando la cantidad de producción industrial. La desviación estándar considerable (26.7 mil millones) sugiere variaciones significativas en la producción industrial, posiblemente debido a cambios en políticas económicas, inversiones y fluctuaciones del mercado global.

Así mismo, un PIB per cápita promedio de 9,012.47 indica un nivel moderado de riqueza por habitante. La desviación estándar de 659.45 muestra relativamente poca variabilidad, sugiriendo estabilidad en el ingreso por habitante, aunque con ciertas diferencias en la distribución de la riqueza.

Finalmente, la media del IDH de 0.73 señala un desarrollo humano alto, considerando que el IDH varía entre 0 y 1. La baja desviación estándar (0.03) indica que hay poca variabilidad en los niveles de desarrollo humano, sugiriendo que las condiciones de vida y bienestar son relativamente uniformes en todo el país.

A continuación, se presenta un análisis de correlaciones para los mismos indicadores.

Tabla 5. Correlación de bivariadas de Pearson

	Patentes	Industrialización	PIBpc	IDH
Patentes	1.0000			
Industrialización	0.9083	1.0000		
PIBpc	0.9354	0.9738	1.0000	
IDH	0.9147	0.9473	0.9428	1.0000

Fuente: elaboración propia a través del programa StataMP 13.0 con base en datos de Banco Mundial (2023).

En la tabla 5 se presenta la correlación de bivariadas bajo la metodología de Pearson, para lo cual se observa que existe una fuerte correlación positiva entre el número de patentes y el nivel de industrialización. Esto indica que a medida que aumenta la industrialización en México, también lo hace la actividad de patentamiento, sugiriendo que el desarrollo industrial impulsa la innovación tecnológica.

Hay una fuerte correlación positiva entre el número de patentes y el PIB per cápita. Esto sugiere que regiones con mayor actividad de patentamiento tienden a tener mayores niveles de riqueza per cápita, lo que refleja que la innovación contribuye significativamente al crecimiento económico.

La fuerte correlación positiva entre las patentes y el IDH indica que las áreas con mayor actividad innovadora también presentan mejores indicadores de desarrollo humano. Esto puede deberse a que la innovación conduce a mejores oportunidades educativas y de salud, mejorando el bienestar general.

Existe una correlación significativamente fuerte entre la industrialización y el PIB per cápita. Esto sugiere que el desarrollo industrial es un motor clave del crecimiento económico en México, reflejando cómo la industrialización impulsa la productividad y, por ende, el ingreso per cápita.

La fuerte correlación positiva entre la industrialización y el IDH indica que el desarrollo industrial también está asociado con mejoras en los indicadores de desarrollo humano. Esto podría deberse a que la industrialización proporciona empleo y mejora las infraestructuras, lo que tiene un impacto positivo en la calidad de vida.

La fuerte correlación positiva entre el PIB per cápita y el IDH sugiere que un mayor ingreso per cápita está asociado con un mejor desarrollo humano. Esto implica que la riqueza económica se traduce en mejores condiciones de vida, educación y salud para la población.

Conclusiones

El análisis descriptivo de los datos sugiere que México exhibe una alta actividad en innovación tecnológica, una sólida base industrial y un considerable desarrollo económico y humano. La estabilidad observada en el PIB per cápita y el IDH, junto con una variabilidad moderada en las solicitudes de patentes y la industrialización, indica un entorno económico y social en crecimiento con un notable potencial para la innovación y el desarrollo sostenido. La interpretación de estos estadísticos puede proporcionar un fundamento para comprender las dinámicas económicas y sociales en México, permitiendo orientar políticas y estrategias hacia un desarrollo más equilibrado y sostenido.

Las correlaciones fuertes y positivas entre las variables analizadas revelan que en México la innovación, la industrialización, el crecimiento económico y el desarrollo humano están íntimamente relacionados. La actividad de patentamiento y la industrialización no solo impulsan el crecimiento económico, sino que también mejoran significativamente el bienestar general de la población. Esto subraya la importancia de promover la innovación y la industrialización como estrategias fundamentales para el desarrollo económico y humano del país.

En el modelo de la cuádruple hélice, la academia es crucial como motor de la innovación, proporcionando nuevas soluciones tecnológicas y científicas que pueden ser adoptadas por las

empresas y apoyadas por el gobierno para fomentar el desarrollo socioeconómico. Las empresas desempeñan un papel esencial en transformar el conocimiento en productos y servicios tangibles, y su colaboración con la academia y el gobierno es vital para convertir la innovación en un motor económico. El gobierno, representado por el PIBpc, tiene una función clave en crear políticas que favorezcan un entorno propicio para la innovación y el desarrollo industrial, asegurando que el crecimiento económico beneficie a toda la sociedad. La sociedad, como cuarto actor, se beneficia directamente del desarrollo económico y humano impulsado por la colaboración entre la academia, las empresas y el gobierno. Esto destaca la importancia de una estrategia de desarrollo inclusiva que contemple las necesidades de la población.

Referencias literarias

- Banco Mundial** (2023) México. Available at: https://datos.bancomundial.org/pais/mexico?name_desc=true (Accessed: 10 July 2024).
- Bauza, A. and KPGM** (2023) Innovación en México: una tarea pendiente. Available at: <https://kpmg.com/mx/es/home/tendencias/2023/05/ao-innovacion-en-mexico-una-tarea-pendiente.html>.
- Beltrán-Morales, L.F., Almendarez-Hernández, M.A. and Jefferson, D.J.** (2018) ‘The effect of innovation on development and growth in Mexico: An approach using patents’, *Problemas del Desarrollo*, 49(195), pp. 55–76. Available at: <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.195.63191>.
- Brune, L. and Kerwin, J.T.** (2019) ‘Income timing and liquidity constraints: Evidence from a randomized field experiment’, *Journal of Development Economics*, 138, pp. 294–308. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2019.01.001>.
- Corona-Treviño, L.** (2015) ‘Entrepreneurship in an open national innovation system (ONIS): a proposal for Mexico’, *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 5(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s13731-016-0049-5>.
- Dioikitopoulos, E. V., Minos, D. and Vadoros, S.** (2020) ‘The (Agri-)Cultural origins of obesity’, *Social Science & Medicine*, 244, p. 112523. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.112523>.
- Etzkowitz, H.** (2002) ‘La triple hélice: universidad, industria y gobierno. Implicaciones para las políticas y la evaluación’, p. 17. Available at: www.sister.nu.
- Etzkowitz, H. and 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), pp. 109–123. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4).
- Flores, J. and FORBES México** (2018) ‘Los 100 años de la industrialización en México’. Available at: <https://www.forbes.com.mx/los-100-anos-de-la-industrializacion-en-mexico/>.
- Furness, M. and Trautner, B.** (2020) ‘Reconstituting social contracts in conflict-affected MENA countries: Whither Iraq and Libya?’, *World Development*, 135, p. 105085. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105085>.

- German-Soto, V., Soto, M. and Gutiérrez, L.** (2020) 'Innovation and regional economic growth: evidence from Mexico', Universidad Autónoma de Coahuila [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00219-5>.
- González, A., Lavín, J. and Pedraza, N.** (2020) 'El papel de los actores de la cuádruple hélice en el emprendimiento tecnológico de Tamaulipas', *Paradigma económico*, 12(2), pp. 93–124. Available at: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=431564346005>.
- Laines-Alamina, C.I., Silva-Almanza, I.J. and Guajardo-Muñoz, L.T.** (2022) 'El modelo triple hélice en el contexto de la Industria 4.0', *Vinculatégica*, 7(1), pp. 171–182. Available at: <https://doi.org/10.29105/vtga7.1-93>.
- Leydesdorff, L.** (2012) 'The triple helix, quadruple helix, ..., and an N-tuple of helices: explanatory modeln for analyzing the knowledge-based economy?', *Journal of the Knowledge Economy*, 3(1), pp. 25–35. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0049-4>.
- Liang, X. et al.** (2020) 'The conservation of collective-owned farmland via the transfer of development rights (TDR) in China--the case of Ecological Fruit Park in Guangzhou', *Journal of Rural Studies*, 78, pp. 399–410. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.06.013>.
- Maldonado-Guzmán, G. et al.** (2019) 'Innovation capabilities and performance: are they truly linked in SMEs?', *International Journal of Innovation Science*, 11(1), pp. 48–62. Available at: <https://doi.org/10.1108/IJIS-12-2017-0139>.
- Pahskevich, V., Haftor, D.M. and Pashkevich, N.** (2021) 'The information sector in Denmark and Sweden: Value, employment, wages', *Technological Forecasting and Social Change*, 162, p. 120347. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120347>.
- Park, H.W., Hong, H.D. and 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(1), pp. 3–27. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11192-005-0257-4>.
- Ponce, I.E. and Guemes, D.** (2008) 'Factores clave en la vinculación de la triple hélice: matriz del estado del arte', in XVII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica-ALTEC, pp. 1–14.
- Secretaría de Economía** (2023) Innovación. Available at: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/industria-y-comercio-innovacion> (Accessed: 26 July 2024).
- Trejo Berumen, K.S. et al.** (2018) 'El sistema nacional de innovación de México. Una comparación con España y Estados Unidos de América', *Acta Universitaria*, 28(1), pp. 87–98. Available at: <https://doi.org/10.15174/au.2018.1430>.
- Triola, M.F.** (2013) Mario f. triola. 11th edn. Pearson Education. Available at: https://drive.google.com/file/d/1VMYEGDGczEh9s_DK2zzMNHNYp4vAfPVE/preview.
- Unger, K.** (2017) 'Innovacion, competitividad y rentabilidad en los sectores de la economía mexicana', pp. 3–37.
- Urrea, M.** (2017) Estado, mercado, academia ... y comunidad. Universidad Pontificia de Comillas de Madrid. Available at: <http://hdl.handle.net/11531/26826>.

